



Universitat de Girona  
Escola Politècnica Superior

## Projecte/Treball Final de Carrera

**Estudi:** Eng. Tècn. Agrícola Ind.Agràries i Aliment. Pla 99

**Títol:** AVALUACIÓ DE LA SUBSTITUCIÓ DEL PLASMA DE SANG PER FARINA DE ROVELL D'OU COM A FONT PROTEICA EN L'ALIMENTACIÓ DE GARRINS EN L'ETAPA DE DESMAMAMENT

**Document:** Memòria

**Alumne:** Irene Bofill i Bou

**Director/Tutor:** Jordi Rafael i Arrey/Xavier Puigvert i Colomer  
**Departament:** Eng. Química, Agrària i Tec. Agroalimentària  
**Àrea:** Producció Animal

**Convocatòria** (mes/any): 09/06

# **ÍNDIX**

<b>Resum .....</b>	<b>i</b>
--------------------	----------

<b>Agraïments.....</b>	<b>iv</b>
------------------------	-----------

## **1.INTRODUCCIÓ**

<b>1.1.Definició de la problemàtica .....</b>	<b>1</b>
---	----------

<b>1.2.L'aparell digestiu del garrí .....</b>	<b>3</b>
---	----------

1.2.1.Característiques generals i funcionament.....	3
---	---

1.2.2.Problemàtica generada.....	5
----------------------------------	---

<b>1.3.El sistema immunològic del garrí.....</b>	<b>7</b>
--	----------

1.3.1.Característiques generals i funcionament.....	7
---	---

1.3.2.Interaccions entre el sistema immunològic i el sistema digestiu del garrí.....	7
---	---

1.3.3.Interaccions entre el sistema immunològic i la nutrició del garrí .....	8
--	---

<b>1.4.Nutrició del garrí.....</b>	<b>9</b>
------------------------------------	----------

1.4.1.Objectius de la dieta .....	9
-----------------------------------	---

1.4.2. Nutrients principals de la dieta per a garrins en l'etapa de desmamament.....	10
---	----

1.4.2.1.Energia.....	10
----------------------	----

1.4.2.2.Fibra.....	11
--------------------	----

1.4.2.3.Proteïnes .....	12
-------------------------	----

1.4.2.4. Vitamines .....	14
1.4.2.5. Minerals .....	14
1.4.2.6. Aigua .....	14
1.4.2.7. Additius .....	15
1.4.3. Recomanacions nutricionals per a garrins en l'etapa de desmamament.....	16
1.4.4. Presentació de la dieta i condicions ambientals .....	18
<b>1.5. El plasma de sang com a font de proteïna en dietes per a garrins en etapa de desmamament .....</b>	<b>18</b>
1.5.1. Introducció al plasma .....	19
1.5.2. Valor nutricional .....	20
1.5.3. Procés de fabricació de l'SDPP .....	23
1.5.4. Valor immunològic del plasma .....	23
1.5.5. Mecanismes d'acció .....	24
1.5.6. Situació actual del plasma .....	27
<b>1.6. L'ou com a font de proteïna en dietes per a garrins en etapa de desmamament .....</b>	<b>27</b>
1.6.1. Introducció a l'ou.....	29
1.6.2. Valor nutricional del rovell .....	31
1.6.2.1. Lípids i proteïnes .....	32
1.6.2.2. Carbohidrats.....	35
1.6.2.3. Vitamines .....	35
1.6.2.4. Minerals .....	35
1.6.3. Procés de fabricació del DEYP .....	38
1.6.4. Situació actual del DEYP .....	39
<b>1.7. El DEYP contra l'SDPP .....</b>	<b>40</b>

## **2.OBJECTIUS**

## **3.MATERIALS I MÈTODES**

<b>3.1.Materials .....</b>	<b>45</b>
<b>3.2.Animals .....</b>	<b>45</b>
3.2.1.Experiment 1.....	45
3.2.2.Experiment 2.....	46
<b>3.3.Allotjament .....</b>	<b>47</b>
<b>3.4.Dietes .....</b>	<b>47</b>
<b>3.5.Determinacions.....</b>	<b>50</b>
<b>3.6.Anàlisi estadístic.....</b>	<b>51</b>

## **4.RESULTATS**

<b>4.1.Experiment 1 .....</b>	<b>52</b>
<b>4.2.Experiment 2 .....</b>	<b>56</b>

## **5.DISCUSSIÓ**

<b>5.1.Discussió des d'un punt de vista productiu .....</b>	<b>60</b>
<b>5.2.Discussió des d'un punt de vista econòmic .....</b>	<b>68</b>
5.2.1. Valoració econòmica del període de transició .....	69
5.2.2. Valoració econòmica del període d'engreix.....	71

## **6.CONCLUSIONS**

## **7.ANNEX**

<b>7.1.Composició d'ingredients i concentració en nutrients de les dietes subministrades .....</b>	<b>81</b>
<b>7.2.Anàlisi de les baixes produïdes .....</b>	<b>87</b>

## **8.BIBLIOGRAFIA**

<b>8.1.Bibliografia citada.....</b>	<b>90</b>
<b>8.2.Altres fonts consultades .....</b>	<b>98</b>

**ÍNDIX DE TAULES**

TAULA 1. Recomanacions d'aminoàcids per a porcí de 3-22 kg.....	17
TAULA 2. Valor nutricional del plasma animal 80% PB (Proteïna Bruta). ....	20
TAULA 3. Taula comparativa del perfil aminoacídic del calostre, la llet de truja i del plasma.....	21
TAULA 4. Digestibilitat dels aminoàcids del plasma en el garrí.....	22
TAULA 5. Distribució dels macronutrients de l'ou de la gallina (en g per 100 g de part comestible).....	30
TAULA 6. Composició dels macronutrients del rovell d'un ou de gallina.....	31
TAULA 7. Components i quantitats en g de lípids i de proteïnes del rovell d'un ou de gallina de 60 g.....	32
TAULA 8. Composició aminoacídica del rovell de l'ou.....	36
TAULA 9. Composició en vitamines del rovell de l'ou.....	37
TAULA 10. Composició en minerals del rovell de l'ou .....	38
TAULA 11. Composició aminoacídica en g que presenta la proteïna del rovell d'ou en comparació amb el plasma .....	41
TAULA 12. Composició d'ingredients i constituents analítics principals de les dietes subministrades durant la fase 1 de l'experiment 1 i en l'experiment 2 .....	48

TAULA 13. Contingut energètic de les dietes subministrades durant la fase 1 de l'experiment 1 i en l'experiment 2 .....	49
TAULA 14. Composició d'ingredients i concentració en nutrients de la dieta subministrada durant la fase 2 de l'experiment 1 .....	49
TAULA 15. Pes viu dels garrins per tractament (expressat en kg), en cada període de l'experiment 1 .....	52
TAULA 16. Consum diari dels garrins per tractament (CMD; expressat en g/garrí i dia), en cada període de l'experiment 1 .....	53
TAULA 17. Creixement diari dels garrins per tractament (GMD; expressat en g/garrí i dia), en cada període de l'experiment 1 .....	54
TAULA 18. Valors de conversió per tractament (IC), en cada període de l'experiment 155	
TAULA 19. Pes viu dels garrins per tractament (expressat en kg), en cada període de l'experiment 2.....	56
TAULA 20. Consum diari dels garrins per tractament (CMD; expressat en g/garrí i dia), en cada període de l'experiment 2 .....	57
TAULA 21. Creixement diari dels garrins per tractament (GMD; expressat en g/garrí i dia), en cada període de l'experiment 2.....	58
TAULA 22. Valors de conversió per tractament (IC), en cada període de l'experiment 259	
TAULA 23. Taula comparativa dels rendiments (IC) obtinguts en el present experiment i altres estudis amb SDPP i subproductes de l'ou com a font de proteïna per a un període dels 0 als 21 dies .....	62
TAULA 24. Increments de pes observats (en %) respecte el període anterior, en les	

dietes amb SDPP en ambdós experiments.....	66
TAULA 25. Diferències (en %) del consum amb DEYP en comparació a l'SDPP per a l'experiment 1 i 2.....	68
TAULA 26. Guany Mig Diari (GMD) i Guany Mig Total (GMT) observats durant la fase 1 (0-21 dies), la fase 2 (21-35 dies) i pel global de l'experiment (0-35 dies) en funció del tractament i expressat en kg .....	69
TAULA 27. Cost mig del pinso de transició subministrat per cada tractament.....	69
TAULA 28. Cost del garrí.....	70
TAULA 29. Relació de pesos entre els dos tractaments .....	72
TAULA 30. Càlcul dels costos suplementaris per l'endarreriment del cicle d'engreix amb DEYP respecte l'SDPP .....	72
TAULA 31. Influència (en %) dels diferents factors que intervenen en el cost de la producció d'un porc de 100 kg .....	73
TAULA 32. Variabilitat en el cost final de la producció d'un porc de 100 kg en funció de la influència dels factors de més pes en l'etapa de transició i d'engreix .....	75
TAULA 33. Composició completa d'ingredients i constituents analítics de les dietes subministrades durant la fase 1 de l'experiment 1 i en l'experiment 2 .....	81
TAULA 33.1. Composició del premix .....	83
TAULA 34. Composició d'ingredients i constituents analítics principals de la dieta subministrada durant la fase 1 de l'experiment 1 .....	84
TAULA 35. Composició energètica i aminoacídica completa de les dietes subministrades durant la fase 1 de l'experiment 1 i en l'experiment 2 .....	85



TAULA 36. Composició energètica i aminoacídica completa de la dieta subministrada durant la fase 2 de l'experiment 1 .....	86
--	----

## **ÍNDIX DE FIGURES**

FIGURA 1. El sistema digestiu del garrí.....	4
FIGURA 2. Parts principals de l'ou .....	29
FIGURA 3. Recinte en el qual es va portar a terme ambdós experiments .....	47
FIGURA 4. Balança emprada per a la realització de les pesades.....	50

## **ÍNDIX DE GRÀFICS**

GRÀFIC 1. Representació dels valors de IC obtinguts a l'experiment 1 per ambdós tractaments.....	63
GRÀFIC 2. Comparació dels pesos observats per a les dietes amb SDPP subministrades a l'experiment 1 i l'experiment 2 .....	65



## **Avaluació de la substitució del plasma de sang per farina de rovell d'ou com a font proteica en l'alimentació de garrins en l'etapa de desmamament.**

S'ha vist que la complexitat de la dieta és un factor molt important per tal d'aconseguir rendiments òptims en garrins desmamats precoçment (Dritz et al., 1996), raó per la qual tres quarts parts aproximadament de la producció de garrins en etapa de transició es destinen a la dieta. Per tal d'aprofitar l'elevat potencial que té el garrí a les primeres edats un cop desmamat, és necessari disposar d'una font de proteïna d'alta qualitat. L'SDPP (Spray Dried Porcine Plasma) compleix aquest requisit i és per això que per a molts, aquest és considerat com a un ingredient essencial en dietes per a garrins acabats de deslletar (Hansen et al., 1993).

L'aparició de l'Encefalopatia Esponfigorme Bovina (BSE), va generar canvis considerables en la situació de l'SDPP dins del sector. La seva prohibició en producció porcina va ser només temporal, però va generar una incertesa creixent respecte la seva futura utilització. Això, juntament amb l'elevat cost que representa la seva inclusió, han creat la necessitat de buscar alternatives competitives al plasma. La principal preocupació actual del sector, és que la productivitat del bestiar aconseguida amb el plasma de sang es podria veure greument compromesa si la qualitat de les proteïnes alternatives no es manté adequadament.

Els subproductes de l'ou, es presenten com a una alternativa viable a l'SDPP, principalment per l'elevada qualitat de la seva proteïna, alhora que representen una font important d'energia i agents antimicrobians, així com de vitamines i minerals. A més, el cost que suposa la seva inclusió en alimentació garrina és inferior al del plasma i com a element afegit, es donaria sortida a les elevades quantitats de subproductes de l'ou generades cada any, no aptes per al consum humà (Schmidt, 2001).

Tot i això, aquesta és una alternativa encara molt recent pel que la investigació realitzada per tal d'avaluar-ne les seves possibilitats és encara insuficient. Alhora els resultats obtinguts són varis i les conclusions científiques contradictòries. De totes maneres, la indústria actual segueix mostrant gran interès en la utilització de

subproductes de l'ou en dietes per a garrins en etapa de desmamament, pel que es segueix investigant.

La major part dels estudis realitzats, van utilitzar com a ingredient l'ou sencer o la part de l'albumen continguda en la clara. Primerament, aquesta es va presentar com a la millor alternativa dins dels subproductes de l'ou, gràcies al contingut en lisosoma de la clara, agent antimicrobià que es creu, pot actuar com a substitut de les immunoglobulines contingudes en el plasma. Per altra banda però, aquesta conté nombrosos factors antinutricionals als quals, se'ls atribueix part de la responsabilitat de la depressió dels rendiments obtinguts en alguns estudis amb els subproductes de l'ou, en relació a l'SDPP.

Tenint present la següent problemàtica, es va optar per realitzar un estudi amb rovell d'ou com a font de proteïna, lliure d'aquests factors antinutricionals. L'ingredient utilitzat per elaborar la dieta experimental va ser el DEYP (Defatted Egg Yolk Powder), amb l'objectiu de determinar-ne les seves possibilitats enfront l'SDPP.

És per això que es va portar a terme un experiment amb 130 porcs per tal d'avaluar el potencial del DEYP com a substitut de l'SDPP en dietes per a garrins, tan des d'un punt de vista productiu com econòmic.

Amb l'anàlisi dels resultats obtinguts en el primer experiment, es va veure que el DEYP no aconseguia igualar els excel·lents resultats assolits amb l'SDPP. Les primeres tres setmanes, durant el subministrament d'ambdues dietes, el tractament amb SDPP va generar efectes positius en el consum, creixement i índex de conversió.

Posteriorment, un cop es va subministrar una dieta comuna per un període de dues setmanes, es va observar una certa depressió dels rendiments en aquells que prèviament havien estat alimentats amb SDPP, no observat en el tractament amb DEYP. Aquest fet, va permetre que no es mostressin diferències significatives entre tractaments un cop finalitzada la prova, als 35 dies.

Com a conseqüència dels resultats obtinguts en el primer experiment i amb l'objectiu d'ampliar l'estudi, es va realitzar un segon experiment amb una dieta amb DEYP,

elaborada amb un procés i combinació d'ingredients per tal de reduir la duresa del pinso fabricat. La raó d'això va ser la de potenciar el consum, per tal d'imitar un dels mecanismes atribuïts a l'SDPP, la palatabilitat. Es va pretendre així avaluar si el DEYP podia ser considerat com a una alternativa competitiva al plasma en una dieta amb una duresa del grànul reduïda.

A partir de la valoració dels resultats observats en el transcurs i final dels dos experiments es va determinar que, els rendiments productius assolits amb l'SDPP són superiors als del DEYP, alhora que afavoreixen el bon desenvolupament del sistema digestiu del garrí, potenciant-ne el creixement i l'estat sanitari. De totes maneres, un cop ambdues fonts de proteïna són extretes de la dieta, les diferències entre els dos tractaments no són significatives.

Tot i això, considerant de forma global la rendibilitat productiva i econòmica de cada ingredient, es conclou que la bona preparació que presenten els garrins alimentats amb SDPP per entrar a la següent etapa d'engreix, permet que la producció anual porcina d'una granja amb garrins alimentats amb aquesta font de proteïna, resulti molt més rendible que amb DEYP.

**PARAULES CLAU:** Garrí, Deslletament, SDPP, DEYP, Creixement, Consum, Rendiment, Palatabilitat, Duresa.

---

## **AGRAÏMENTS**

A en Jordi.

A en Xavier Puigvert.

A la Glòria i en Josep.

També a les noies del laboratori i a tota la gent de NE.

---

# **1. INTRODUCCIÓ**

## **1.1. DEFINICIÓ DE LA PROBLEMÀTICA**

L'etapa del garrí va des del naixement fins aproximadament les 9 setmanes de vida, moment en el que l'animal es situa en el local d'engreix. Aquests dos períodes estan separats per la fase de desmamament, en la qual l'animal passa d'una dieta líquida a ingerir aliments sòlids.

L'etapa de desmamament acostuma a allargar-se, de forma natural, de 12 a 17 setmanes. El canvi de dieta es produeix de forma gradual, induït tan per la disminució de la producció de llet per part de la truja com per la necessitat que sent el garrí d'explorar l'entorn, moment en el que aprèn a ingerir aliments sòlids.

En les explotacions comercials però, la durada d'aquest període es redueix, tan per incrementar el rendiment reproductiu (aconseguint més porcs deslletats per femella i any) com per millorar l'estat sanitari del garrí, evitant la transmissió vertical de malalties per via materna. Aquest mètode aplicat és l'anomenat desmamament precoç on el garrí, entre els 21 i 28 dies d'edat, és sotmès a un canvi sobtat d'alimentació que ha de permetre aprofitar l'elevat potencial genètic que posseeix el garrí en aquesta fase, no assolit amb una alimentació únicament amb llet, a causa de les seves limitacions en composició i producció.

En els primers moments de l'alimentació sòlida, l'aparell digestiu dels garrins és encara immadur, pel que l'inici d'aquesta fase vindrà marcat per la baixa capacitat d'ingestió, digestió i absorció dels nutrients que presenta l'animal. S'ha de tenir en compte que el garrí, durant la fase d'alletament, rebia un aliment molt digestible però, un cop sotmès a les racions seques, passa a conviure amb altres components pels que no posseeix un sistema digestiu adequadament desenvolupat. La llet és una font controlada de nutrients

d'alta digestibilitat, alhora que aporta immunitat passiva al garrí i en potencia el desenvolupament del sistema digestiu, proporcionant-li factors estimulants i reguladors del tracte gastrointestinal. Per contra, el pinso és només una aportació parcial de nutrients que li proporciona una protecció parcial i no n'estimula el desenvolupament del sistema digestiu. Per tant, el pinso no pot, de cap manera, substituir la llet en totes les seves funcions. A això, s'hi afegeixen altres limitacions com el baix nivell de reserves que posseeix el garrí, la baixa capacitat de termoregulació, problemes per distingir entre gana i set (que abans eren una sola necessitat) i un sistema immunològic immadur, incapaç de desenvolupar tolerància a alguns ingredients o defensar-se de microorganismes patògens. Així doncs, l'animal presenta una incapacitat de digestió dels nutrients típics de les noves dietes i mostra una gran tendència a presentar transtorns de l'aparell digestiu, el que el deixa molt susceptible a possibles infeccions.

Tots aquests factors provoquen que a l'inici de l'etapa de desmamament, l'animal quedi sotmès a un estrès important, tan nutricional (pel canvi de dieta) com psicològic (al separar-lo de la mare i de la garrinada) i físic (sotmès a unes noves condicions ambientals amb patògens potencials).

És per això que aquesta etapa de transició, serà especialment crítica pel garrí, ja que qualsevol manca en aquesta fase sol comportar pèrdues per baixes i retards en l'etapa d'engreix i conseqüentment repercutir negativament en el pes desitjat de sacrifici (Dritz *et al.*, 1996). És doncs necessari procurar un creixement del garrí que s'aproximi al seu elevat potencial genètic si el que volem aconseguir és la màxima rendibilitat del cicle. En aquest aspecte, s'aconsella realitzar un esforç econòmic en l'etapa de transició en garrins, l'objectiu del qual no ha de ser tan maximitzar la producció com aconseguir una transició suau i ràpida d'una dieta líquida exclusivament làctia a una dieta sòlida, disposant alhora de tots els requeriments que facilitin al garrí la seva transició cap a la independència. Aquest cost addicional es veurà recompensat en fases posteriors, minimitzant-ne les pèrdues i optimitzant-ne els resultats.

El factor clau resideix en les característiques, propietats i complexitat de la dieta subministrada al garrí en aquesta etapa (Dritz *et al.*, 1996). Abans d'aprofundir en aquest tema però, és important entendre el mecanisme de la digestió dels aliments en l'immadur sistema digestiu dels garrins, en interacció amb el seu també immadur



sistema immunològic i com aquests influeixen en l'estat sanitari del garrí. Això condicionarà de forma directa les característiques de la dieta i els seus efectes en el rendiment de l'animal durant l'etapa de desmamament.

## **1.2. L'APARELL DIGESTIU DEL GARRÍ**

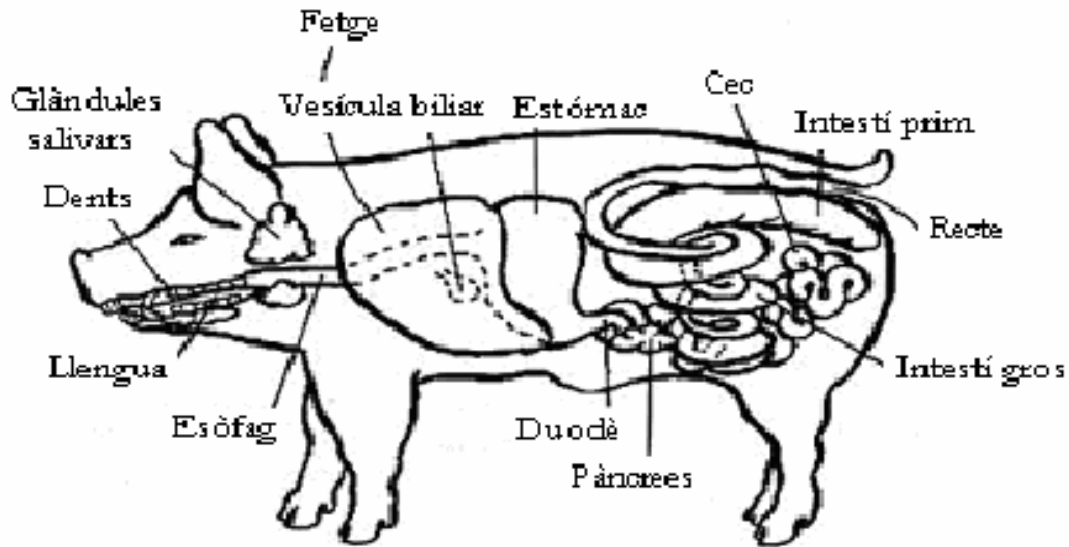
Existeix suficient informació que indica l'estreta relació entre nutrients i patologia digestiva dels garrins, en combinació amb un maneig i hàbitat apropiats. És per això que per al disseny d'una dieta per a garrins primer de tot és necessari comprendre el funcionament i l'evolució del seu sistema digestiu, el qual, no tan sols s'encarrega de la digestió i absorció de l'aliment en si, sinó que influeix també en altres qüestions, al desenvolupar un paper important com a part del sistema immune de l'animal.

### **1.2.1. Característiques generals i funcionament**

L'aparell digestiu en general, pot definir-se com un tub que comença a la boca i acaba al recte. Les seves funcions bàsiques són transformar l'aliment i absorbir els nutrients que se n'obtenen, fent que siguin utilitzables per l'organisme.

El tracte digestiu es pot dividir en cinc parts principals; la boca, l'esòfag, l'estómac, l'intestí prim i l'intestí gros (Figura 1). Cada part desenvolupa un paper important en la digestió de l'aliment ingerit.

A la boca, la mida de l'aliment ingerit és reduït i humitejat amb l'ajut de la saliva. Aquesta a més, conté enzims que hi comencen la digestió del midó. Posteriorment, la llengua ajuda a empènyer l'aliment a través de l'esòfag on el menjar, és transportat cap a l'estómac mitjançant la contracció dels músculs.



**Figura 1. El sistema digestiu del garrí.**

A l'estómac, és on es produeix la primera fase de la digestió. La secreció d'àcid clorhídric que s'hi produeix, garanteix un pH suficientment àcid com perquè es produeixi pepsina, la qual permet digerir les proteïnes, alhora que n'elimina la microbiota patògena. També afavoreix l'activació d'alguns enzims digestius, facilitant la descomposició dels aliments en mol·lècules simples de carbohidrats i lípids com també de proteïnes. Perquè tot això s'hi doni de forma òptima cal que el menjar romangui a l'interior de l'estómac almenys 45 minuts. Mentre algunes substàncies hi són absorbides a través del corrent sanguini, la resta són enviades cap a l'intestí prim.

La segona fase de la digestió té lloc a l'intestí prim, on pràcticament tots els nutrients són digerits i absorbits. Alhora, aquest òrgan també s'encarrega d'eliminar patògens, toxines i compostos al·lèrgics. En el duodè, la primera secció de l'intestí prim, s'hi barregen l'aliment pre-digerit que prové de l'estómac amb les secrecions del propi intestí, a més del fetge i del pàncrees. La posterior digestió i absorció dels nutrients es dona a la segona i tercera secció de l'intestí; íleu i ilèon respectivament, on el temps de residència de l'aliment augmenta pel que, tan l'activitat enzimàtica com el nombre de bacteris és major. Per a portar a terme la seva funció, la superfície de la mucosa intestinal està dotada d'infinitat de vellositats que constitueixen el que es pot definir

com a “dispositiu aspirant pilós”. En la seva superfície ciliada conté varis enzims digestius que permeten el transport de nutrients a l’interior de l’organisme pel que interessa que aquestes estiguin dotades d’una alta àrea d’absorció. Cal destacar que l’intestí prim és l’òrgan amb una major activitat metabòlica del cos posseint el ritme de síntesis de proteïna més elevat. La velocitat d’absorció variarà en funció del tipus de nutrient.

Existeix un fenomen que es dona a l’intestí prim conegut com a nutrició luminal i que en defineix l’estat de salut. S’ha observat que el creixement o atrofia de la mucosa intestinal respon dràsticament a la presència o absència de nutrients (Weser, 1979; Kasarov and Diamond, 1987). És per això que s’ha determinat la necessitat d’exercitar l’aparell digestiu per tal d’evitar-ne l’estat d’atrofia. Així doncs, la importància de la ingestió de pinso és clau per entendre les causes dels trastorns digestius. El consum d’aliment condueix a un major creixement de la mucosa, mentre que en períodes de consum reduït la mucosa s’atrofia. A més, com ja s’ha esmentat anteriorment, és el teixit de major activitat metabòlica en el cos, requerint així elevades quantitats d’energia per mantenir-se. Davant una falta d’ingestió d’aliment, el teixit de l’intestí prim és un dels primers en reduir la seva grandària permetent així, que els nutrients es dirigeixin cap a altres òrgans vitals. Aquestes reduccions provocaran que tan la digestió com l’absorció dels nutrients, quedin dràsticament compromeses.

Per últim, a l’intestí gruixut, també anomenat colon, és on s’emmagatzemen els materials rebutjats i que constituïran els excrements que seran eliminats a través de l’anus. Cal afegir també que s’hi produeix l’absorció de l’aigua. Si no s’hi dona de forma adequada s’eleva el risc de diarrees i deshidratacions en el garrí.

### **1.2.2. Problemàtica generada**

La llet és una font d’aliment òptima pel garrí ja que el seu sistema enzimàtic està adaptat a la digestió dels seus nutrients. A més, els lactobacils colonitzen el seu tracte digestiu i com que utilitzen com a substrat la lactosa per a produir àcid làctic, el pH estomacal es manté suficientment baix com perquè s’iniciï l’activitat de la pepsina i

conseqüentment la digestió, alhora que també ajuda a inhibir el creixement de certs microorganismes patògens, mantenint així el bon estat sanitari del garrí.

Gradualment, el sistema enzimàtic del garrí anirà evolucionant per permetre la digestió d'altres nutrients fent que amilases, lipases, maltases i proteases augmentin en quantitat i contràriament, la lactasa disminueixi. El desenvolupament serà complet als dos mesos de vida del garrí aproximadament pel que, amb l'aplicació del desmamament precoç, aquest encara no està preparat per digerir aliments sòlids. A més, aquesta incapacitat digestiva del garrí es veu agreujada per la reducció de l'activitat enzimàtica que crea el propi canvi de dieta (Jensen *et al.*, 1997; Bruininx *et al.*, 2002), així com per les modificacions estructurals de la mucosa per l'atròfia que aquesta experimenta en resposta a la davallada del consum en l'inici del desmamament (Van Heugten *et al.*, 1996; Bruininx *et al.*, 2002). La producció d'àcid clorhídric és també insuficient per mantenir l'acidesa gàstrica necessària per activar la pepsina i iniciar la digestió de les proteïnes a l'estómac. La suma d'aquests factors provoca que del poc aliment consumit per l'animal, poc sigui digerit. A més, l'animal està acostumat a ingerir llet de forma periòdica, cada quaranta-cinc minuts aproximadament. Posterior al deslletament, es genera un període de dejú que acostuma a durar varies hores. Quan l'animal sent gana ingereix pinso de forma desmesurada, fent que el temps de residència de l'aliment a l'estómac sigui insuficient. Aquest, no arriba adequadament preparat a l'intestí prim per permetre'n la seva digestió i absorció. Importants quantitats de nutrients queden retinguts a l'intestí prim i/o arriben inalterats a l'intestí gros, on fermentacions microbianes indesitjables són les principals responsables de l'aparició dels típics processos diarreics post-desmamament, alhora que l'animal perd pes.

Com ja s'ha esmentat anteriorment, aquesta problemàtica generada a l'aparell digestiu condicionarà de forma directe l'estat de salut del garrí, degut a la influència que aquest exerceix en el sistema immunològic de l'animal. És per això que cal aprofundir en el paper que aquest hi desenvolupa, així com en la problemàtica que s'hi genera, per tal de formular una dieta que ens permeti evitar o almenys minimitzar aquells aspectes que ens exerceixin de barrera per aconseguir el màxim rendiment del garrí.

### **1.3. EL SISTEMA IMMUNOLÒGIC DEL GARRÍ**

#### **1.3.1. Característiques generals i funcionament**

El garrí, les primeres 24 hores de vida, posseeix immunitat que li és transmesa de forma passiva gràcies a les immunoglobulines que li són subministrades pel calostre matern (IgG). Posteriorment, es produeix el tancament de la mucosa intestinal, el que evita el pas d'aquestes mol·lècules. Aquesta via d'adquisició d'immunitat serà substituïda per les immunoglobulines contingudes en la llet materna (IgA). Aquestes, subministraran immunitat evitant l'adherència de bacteris i virus a la paret intestinal i la seva posterior penetració dins les cèl·lules de l'epiteli. Malauradament, aquestes mol·lècules es degraden a partir dels 14 dies del seu subministrament. Si tenim en compte que el garrí és incapaç de construir-se immunitat activa fins les tres setmanes d'edat aproximadament es veu que inevitablement, el desmamament precoç genera un buit d'immunitat en el garrí, al quedar suprimit el subministrament d'anticossos maternals abans de temps.

Això, just es produeix quan l'animal està més necessitat de defenses a causa de l'important estrès que genera l'etapa de desmamament en el garrí. El trasllat a nous allotjaments que contenen patògens potencials, la separació de la mare i de la garrinada i el canvi de dieta són factors que encara debiliten més l'estat immunològic del garrí, provocant que el seu estat sanitari quedi greument compromès.

#### **1.3.2. Interaccions entre el sistema immunològic i el sistema digestiu del garrí**

La debilitat immunològica en el garrí és causada principalment per la desestabilització de la microbiota existent en el tracte intestinal del garrí.

Durant el període d'amamentament, es produeix una colonització bacteriana; bacils i estreptococs majoritàriament; en l'aparell digestiu del garrí. Ambdós estan capacitats per utilitzar el substrat lacti disponible procedent de la llet. Aquests organismes, tan per la seva activitat metabòlica com per la seva elevada adaptació en el tracte digestiu del garrí, suposen un impediment a l'entrada d'agents externs, incloent aquelles espècies potencialment patògenes.

Aquesta microbiota intestinal roman relativament estable, exceptuant aquelles situacions en les quals es produeixen canvis bruscos en la dieta o en l'entorn del garrí, tal i com succeeix en l'etapa de desmamament. És en aquesta fase doncs, amb la producció d'un període breu de dejú i el posterior consum d'una ració sòlida, quan es produiran certes alteracions en el tracte digestiu, tan en estructura, quantitat com en composició de la flora intestinal, ja que el substrat disponible per als microorganismes es veurà modificat. Això, genera una interrupció de la seva capacitat funcional, la recuperació total del qual, eficient i apropiada, pot portar varies setmanes, provocant que el garrí, durant aquest període, quedi més susceptible a l'entrada i proliferació de bacteris patògens causants de malaltia.

### **1.3.3. Interaccions entre el sistema immunològic i la nutrició del garrí**

Existeixen nombroses qüestions d'extrema importància entre nutrició i immunitat que afecten la productivitat del garrí. Aquestes però, interactuen creant un cicle, tal i com s'explica a continuació.

Com ja s'ha mencionat, el canvi de dieta afavoreix l'entrada d'agents patògens en el tracte digestiu, el que activa la resposta immunitària. Aquesta activació, la qual consumeix energia, condiona el creixement, apetència, metabolisme i necessitats de nutrients, alhora que en redueixen la seva absorció. A primera instància, aquesta problemàtica es manifesta amb una davallada del consum, el que provoca un baix creixement del garrí. Es genera així un cicle on les infeccions comporten malnutrició i viceversa. Alhora, l'activació del sistema immunitari gasta part de l'energia ingerida, la

qual es destinaria al manteniment i creixement de l'animal (Van Heugten *et al.*, 1996; Williams *et al.*, 1997).

Així doncs, tan el sistema immune com l'estat nutritiu del garrí poden deteriorar-se simultàniament debilitant-ne l'estat sanitari, el que comporta un baix rendiment del garrí en l'etapa de desmamament difícilment recuperable en períodes posteriors.

#### **1.4. NUTRICIÓ DESTINADA AL GARRÍ**

En els últims anys, els coneixements i avenços sobre nutrició i maneig de garrins deslletats precoçment han millorat molt. La indústria s'ha vist obligada a evolucionar, introduint en el mercat nombroses dietes adaptades a les noves necessitats nutricionals de les diferents fases emergents a causa de l'aplicació del desmamament cada vegada a edats més joves per part dels productors.

L'objectiu principal serà, com és lògic, aconseguir el màxim rendiment del garrí en l'etapa de desmamament, ja que ens condicionarà els resultats de les etapes posteriors fins al sacrifici. En aquest aspecte, la nutrició juga un paper molt important (Dritz *et al.*, 1996). Tan és així, que tres quartes parts aproximadament del cost total de la producció porcina en aquesta fase es destinen a l'alimentació. Les dietes s'hauran de formular per tal de cobrir les necessitats nutritives de l'animal, tenint sempre en compte altres factors que també intervenen com són la genètica, sexe, edat, ambient, salut i manipulació del garrí.

##### **1.4.1. Objectius de la dieta**

L'elecció dels ingredients a utilitzar en l'elaboració de la dieta es fa amb l'objectiu de treure el màxim rendiment a l'elevat potencial de creixement del garrí en aquesta etapa. Tenint en compte conceptes explicats anteriorment, aquests hauran de permetre un bon

creixement de l'animal durant aquesta fase, millorant l'estructura intestinal dels garrins i promovent una adaptació progressiva a les dietes que rebran durant la fase d'engreix, sense perjudici sobre l'estat sanitari del garrí.

Els programes nutricionals per a garrins en l'etapa de desmamament hauran d'incloure ingredients d'alta digestibilitat i palatabilitat, que compensin la baixa capacitat d'ingestió del garrí. Una dieta d'aquestes característiques afavoreix el consum, pel que es redueix el temps de deficiència d'energètica en el qual es troba l'animal, com també la severitat de l'estat d'atròfia, facilitant la recuperació de l'intestí. Alhora s'evita, o almenys s'atenua, que quantitats importants de nutrients passin inalterats a l'intestí gros, evitant així la formació de processos fermentatius que hi afavoririen la proliferació de microorganismes patògens, debilitant l'estat sanitari del garrí.

Finalment, s'haurà de permetre que el garrí quedi preparat per tal de que en un futur pròxim, puguin utilitzar-se dietes més econòmiques, aconseguint igualment rendiments òptims.

#### **1.4.2. Nutrients principals de la dieta per a garrins en l'etapa de desmamament**

##### **1.4.2.1. Energia**

Els garrins recent desmamats estan necessitats d'energia, factor que es veu agreujat amb la baixa capacitat d'ingestió que aquests presenten. Els carbohidrats i els lípids, proporcionen a la dieta bona part de les necessitats calòriques del garrí. Són importants tan per minimitzar les pèrdues com per restaurar i maximitzar els nivells de creixement. De totes maneres, no s'han de seleccionar només amb l'objectiu de maximitzar el consum d'energia sinó més aviat amb el d'estimular el consum, incloent ingredients altament palatables i digestibles. S'ha de tenir present també l'alta activitat de la lactasa, així com la baixa activitat dels enzims amilasa, maltasa, sucrasa i lipasa que presenta el garrí acabat de desmamar.



La font de carbohidrats principal prové de la lactosa, gràcies a la seva elevada digestibilitat, alhora que afavoreix el consum. L'únic problema és que dificulta el procés de granulació del pinso, pel que la quantitat addicionada presenta limitacions. Es complementa la font de carbohidrats aportada per la dieta amb grans de cereals (blat, blat de moro, arròs, ordi i civada).

En quan a l'addició de lípids, s'ha de tenir en compte la baixa capacitat de digestió i absorció que presenta el garrí en la fase de deslletament. A més, es creu que poden deprimir certs aspectes de la resposta immunitària (Van Heutgen *et al.*, 1996). Tot i això, se n'addicionen petites quantitats ja que és un ingredient que afavoreix el procés de granulació del pinso. En aquesta etapa doncs, els lípids no són tan una font d'energia com una eina de fabricació.

#### **1.4.2.2. Fibra**

La fibra, no pot incloure's en grans quantitats en dietes per a garrins en etapa de desmamament ja que representa una font de nutrients poc aprofitable pel creixement del garrí. Per això, grans inclusions resultarien antieconòmiques. De totes maneres, es creu que petites quantitats de fibra afecten positivament l'equilibri iònic i el trànsit intestinal, el que afavoreix el bon estat sanitari del garrí.

La fibra alimentària en general, és la que es refereix als carbohidrats procedents de plantes, els quals són resistent a l'activitat dels enzims. Aquests doncs no s'hidrolitzen, sinó que queden disponibles com a substrat per a la microflora intestinal. La fermentació produïda, alhora, ajuda a baixar el pH del tracte digestiu, el que afavoreix la digestió.

Tot i això, és important diferenciar entre fibra soluble o insoluble. La que resultarà beneficiosa en el garrí serà la fibra soluble, la qual, incrementa el temps de residència dels aliments a l'intestí prim, afavorint així el contacte entre l'aliment ingerit, els enzims i la microbiota.

Aquesta, és present en la dieta a través dels cereals; ordi i civada principalment, l'elecció dels quals es fa tenint en compte la quantitat d'aminoàcids que aporten a la dieta, així com el seu contingut en energia, les necessitats dels quals, variaran en funció de la resta d'ingredients inclosos en la dieta.

#### **1.4.2.3. Proteïnes**

La capacitat de deposició proteica que té l'animal en l'etapa de desmamament és molt elevada, pel que és molt important l'elecció apropiada d'aquesta si volem aconseguir rendiments òptims en aquesta fase. A més, aquesta incideix també indirectament, en l'estat sanitari del garrí.

Les necessitats de proteïna de l'animal, es calculen en termes de necessitats aminoacídiques, que és el que realment defineix el creixement de l'animal. A l'intestí prim, la proteïna s'hidrolitza, obtenint aminoàcids que són absorbits i destinats a l'anabolisme proteic. Una deficiència d'aminoàcids doncs, resultarà en un creixement pobre i en una baixa capacitat de conversió de l'aliment.

És per això que la qualitat de la proteïna es defineix en termes de proteïna ideal, que és aquella el contingut d'aminoàcids de la qual s'aproxima més al perfil de les necessitats de l'animal. Així doncs en el garrí, el perfil de proteïna ideal ve determinat per les necessitats pròpies de manteniment i creixement.

A l'hora de formular les quantitats de proteïna requerides a la dieta serà necessari també, conèixer el perfil d'aminoàcids que aquesta conté, així com el seu grau de disponibilitat (la capacitat que presenten a ser absorbits i metabolitzats).

La proteïna està formada per vint aminoàcids, quatre dels quals es consideren essencials en porcí ja que l'animal és incapaç de sintetitzar-los. Aquests es classifiquen com a limitants i esdevé indispensable subministrar-los a través de la dieta. Citats per ordre d'importància són la lisina, la metionina (+ cisteïna), la treonina i el triptòfan. A la

pràctica, són aquests els que realment ens determinaran la capacitat de síntesi proteica del garrí.

La lisina està reconeguda com el primer aminoàcid limitant en pràcticament totes les dietes porcines i s'utilitza casi exclusivament pel creixement. És per això que primerament se'n determinen les seves necessitats. Posteriorment, els requeriments dels altres aminoàcids s'obtenen en relació amb la lisina, partint del perfil establert de proteïna ideal. En l'etapa de desmamament, s'acostumen a utilitzar fonts de proteïna animal, tan pel seu elevat valor biològic com per la seva elevada digestibilitat en comparació amb les proteïnes d'origen vegetal. La proteïna per excel·lència utilitzada en aquesta fase és el plasma de sang assecat (SDAP; Spray Dried Animal Plasma) per un conjunt de qualitats que se li atribueixen i en les quals s'aprofundirà més endavant. Altres fonts de proteïna utilitzades són farines de peix i/o de sang, tot i que si el que es vol és aconseguir el màxim rendiment del garrí, es recomana incloure'ls només com a substituents parcials del plasma. Des de l'aparició de l'Encefalopatia Espongiforme Bovina (BSE; Bovine Spongiform Encefalopathy) l'ús d'aquests, així com el de l'SDAP està restringit i es sotmet a una legislació estricta (Commission Regulation No.1929/2005). També poden incloure's subproductes de la llet. Els més utilitzats són els concentrats de proteïnes de llet (WPC; Whey Protein Concentrate), molt valorats gràcies a la seva alta digestibilitat, caseïna o llet desnatada assecada (DSK; Dried Skim Milk), la proteïna per excel·lència prèvia a l'SDAP.

S'hi acostumen a incloure també petites quantitats de proteïna de soja, principalment com a principi d'aclimatació dels garrins a les dietes subministrades en etapes posteriors en les quals, aquesta és utilitzada com a principal font de proteïna. Per a garrins en etapa de desmamament però, la soja conté varis factors antinutritius (ANFs; Anti Nutritional Factors); presència de carbohidrats complexos així com factors antitripsics i de caràcter al·lèrgic entre d'altres, que fan que no hi pugui ser utilitzada com a font de proteïna principal.

#### **1.4.2.4. Vitamines**

Les vitamines són necessàries per portar a terme diferents funcions de regulació i desenvolupament dels teixits. Algunes, són sintetitzades en quantitats suficients pel propi animal, mentre que d'altres, s'han de subministrar a través de la dieta. Es classifiquen en liposolubles i hidrosolubles i les necessitats addicionals varien en funció dels ingredients de la dieta, així com dels processos implicats en la seva fabricació.

#### **1.4.2.5. Minerals**

És important que l'aportació de minerals s'ajusti a les necessitats del garrí, ja que aquests tenen nivells tòxics i poden establir-se relacions antagonistes entre alguns d'ells. Les seves funcions són molt diverses i inclouen des de funcions estructurals en alguns teixits fins a funcions de regulació.

Els macrominerals normalment utilitzats són sodi, clor, magnesi, potassi, calci i fòsfor. Els dos últims són d'especial importància ja que són els principals components de l'esquelet i les dents, alhora que participen en importants funcions metabòliques. Una deficiència d'aquests perjudica el creixement en aquesta etapa.

Els microminerals més importants són el ferro, manganès, iode, seleni, cobalt, zinc i coure. Aquests dos últims s'inclouen en algunes dietes com a ingredient per a premescles de medicaments i per el seu potencial com a promotors del creixement.

#### **1.4.2.6. Aigua**

L'aigua podria classificar-se com el nutrient més essencial així com el més barat. Hi ha una estreta relació entre el consum d'aigua i el consum d'aliment, pel que és d'especial importància subministrar quantitats d'aigua adequades i de qualitat si volem obtenir el màxim rendiment del garrí. S'ha de tenir present també que el cabal d'aigua de sortida del bevedor ha de ser l'òptim, per tal de que l'animal, consumeixi les quantitats adequades d'aquest nutrient. La disponibilitat, qualitat i temperatura de l'aigua seran

doncs factors importants a controlar per tal d'optimitzar el consum d'aigua i consegüentment el de pinso.

#### 1.4.2.7. Additius

- **Àcids orgànics:** Són acidificants que s'inclouen en la dieta per tal reduir el pH estomacal i facilitar la digestió. Alguns estudis han observat que aquests poden utilitzar-se com a substituents potencials dels antibiòtics en el que fa referència a l'estat sanitari del garrí. És per això que la seva importància ha augmentat, sobretot des de la prohibició de l'ús d'antibiòtics promotors del creixement (AGP; Antibiotic Growth Promotor) l'1 de gener del 2006, davant la preocupació per l'aparició de poblacions bacterianes resistents als antibiòtics.
- **Promotors del creixement:** La seva intervenció consisteix en augmentar l'eficàcia alimentària del pinso, afavorint per tan, el creixement del garrí. Tot i això, el seu ús està sotmès a restriccions. Dins d'aquest grup s'hi inclouen alguns antibiòtics coneguts com a AGP.
- **Enzims exògens:** El seu objectiu principal és el de compensar, en certa mesura, la reduïda capacitat enzimàtica del garrí, alhora que incrementen la digestibilitat de l'aliment, destruint factors antinutritius. Els més comuns són les amilases, pectinases, xilanases i glucanases (dins les carbohidrases), les proteases i les fitases. Aquestes últimes intervenen positivament en la digestió i absorció del fòsfor per part del garrí.
- **Prèbiotics:** Algunes dietes poden incloure diferents substàncies a les quals se'ls atribueix caràcter antimicrobià, alhora que ajuden a mantenir la salut del tracte gastrointestinal. Són principalment, olis essencials procedents de diverses plantes, com també oligosacàrids del tipus fructooligosacàrids (FOS) o els continguts en la polpa de remolatxa. S'ha demostrat que aquests, tenen la capacitat de reduir els recomptes d' *Escherichia coli* de l'intestí. Aquests oligosacàrids no són digerits a l'estómac sinó que queden disponibles per a ser

fermentats, actuant així com a aliment de la flora intestinal (Gebblink et al., 2001).

- **Antioxidants i conservants**

### **1.4.3. Recomanacions nutricionals per a garrins en l'etapa de desmamament**

Existeixen publicacions les quals presenten recomanacions nutricionals i que pretenen ser utilitzades com a guia a l'hora de formular dietes destinades a porcí. Una de les més utilitzades actualment és la realitzada per una organització privada dels Estats Units anomenada National Research Council (NRC) recollida en el llibre Nutrient Requirements of Swine l'any 1998. Aquesta, estableix models que permeten estimar els requeriments d'energia i aminoàcids necessaris per tal d'optimitzar el rendiment de l'animal. A causa però de la insuficient informació existent referent a les diferents interaccions i relacions biològiques que s'estableixen a una edat tan primerenca, així com de la infinitat de variables existents en l'etapa de desmamament, aquests models només són aplicables en garrins a partir de 20 quilos de pes viu. Una altre de les possibles guies és la realitzada per Medel l'any 1999 i publicada per la Federació Espanyola de Nutrició Animal (FEDNA). S'han realitzat també nombrosos experiments amb la intenció de determinar les quantitats d'aminoàcids i energia òptimes a addicionar en garrins desmamats precoçment. Cal destacar les realitzades pel Departament de Ciències Animals de la Universitat d'Illinois (Chung i Baker, 1992<sup>a</sup>; Chung i Baker, 1992<sup>b</sup>; Han *et al.*, 1993), així com diferents estudis realitzats pel Departament de ciències animals i indústria de la Universitat de Kansas (Owen *et al.*; 1995<sup>a</sup>; Owen *et al.*, 1995<sup>b</sup>; Smith *et al.*, 1999; Schneider *et al.*, 2005) que publiquen recopilacions anuals de diferents experiments realitzats referents a nutrició porcina. S'ha de tenir en compte però que aquestes necessitats han estat determinades experimentalment, amb unes condicions determinades (condicions higièniques, ambientals, ingredients i composició de la dieta, edat de desmamament,...) pel que aquestes poden variar. Tot i això, davant la impossibilitat d'estudiar cada cas de forma

concreta, si coneixem a fons les nostres condicions experimentals, aquests valors són molt útils per a ser utilitzats com a referència.

A continuació, s'exposa una de les recomanacions establertes per Tokach *et al.*, 1997, utilitzant valors obtinguts en diferents estudis realitzats per a diferents autors.

**Taula 1. Recomanacions d'aminoàcids per a porcí de 3-22 kg**

Factor	Rang de pesos			
	3-5	5-7	7-11	11-23
Relació lisina total:calories (g/Mcal ME)	4.7	4.5	4.0	3.8
Relació lisina dig.aparent:calories	4.0	3.9	3.4	3.2
Relació lisina real dig.:calories	4.2	4.1	3.5	3.3
Lisina total (%)	1.65	1.55	1.35	1.30
Lisina real digestible(%)	1.50	1.40	1.22	1.16
<b>Proporcions relatives a la lisina en base a la seva digestibilitat real</b>				
Lisina (%)	100			
Isoleucina (%)	55			
Metionina (%)	27.5			
Total d'aminoàcids sulfurats (%)	55			
Treonina (%)	62			
Triptòfan (%)	16			
Valina (%)	60			

**Font:** Tokach et al.,1997.

#### **1.4.4. Presentació de la dieta i condicions ambientals**

Cal destacar la importància que representa la presentació de la dieta en el consum. S'ha observat que si no es vol veure reduït el consum, cal elaborar un pinso granulat (Steidinger *et al.*, 2000) i a ser possible, més fi i amb una mida de partícula més reduïda que en etapes posteriors, per tal d'augmentar-ne la digestibilitat. L'elevada duresa d'aquest, també afectarà negativament el grau d'ingestió.

Les temperatures utilitzades per al procés de granulació són també un factor a tenir en compte. Temperatures massa elevades poden malmetre el producte, el que es tradueix amb baixos rendiments del garrí (Steidinger *et al.*, 2000).

Les condicions ambientals, exerceixen també un paper important en el que es refereix al rendiment del garrí, ja que afecten també el consum, així com l'estat sanitari del garrí. Les condicions higièniques del recinte, quantitat de llum, ventilació i humitat han de ser les adequades. La temperatura és també un factor important a controlar. Si fa massa fred, els garrins s'agrupen i si fa massa calor descansen. En ambdós casos no es mouen per buscar menjar i/o aigua, pel que el consum es redueix considerablement.

### **1.5. EL PLASMA DE SANG COM A FONT DE PROTEÏNA EN DIETES PER A GARRINS EN ETAPA DE DESMAMAMENT.**

Com ja s'ha mencionat anteriorment, el nutrient principal en les dietes per a garrins en l'etapa de desmamament és la proteïna. És necessari subministrar-la de qualitat, per aprofitar l'alta capacitat de deposició proteica que té el garrí en aquesta etapa i optimitzar al màxim possible, el rendiment de l'animal en aquesta fase.

Una de les fonts de proteïna més utilitzades és el plasma de sang animal (SDAP; Spray Dried Animal Plasma), normalment porcí (SDPP; Spray Dried Porcine Plasma), l'ús del qual ha patit un desenvolupament espectacular els últims 15 anys. Nombrosos estudis,



el presenten com a un substitut potencial de la llet en esprai i altres productes derivats de la llet (Coffey and Cromwell, 1995; Zimmerman *et al.*, 1999<sup>a</sup>), font molt utilitzada pels bons resultats obtinguts. No se sap exactament el principi d'acció de l'SDPP tot i que s'atribueix, en part, al subministrament d'immunoglobulines actives que conté, fet que el diferencia de la resta de fonts possibles. A més, és una proteïna d'un alt valor biològic, amb un perfil d'aminoàcids i una digestibilitat molt semblants a la llet de la truja. Tot i això, la seva inclusió s'ha de considerar degut al seu elevat cost.

### 1.5.1. Introducció al plasma

El plasma és la fracció líquida de la sang i en constitueix el 55% aproximadament del volum total. Conté més d'un 90% d'aigua i un heterogeni grup de proteïnes en constitueixen el seu major solut (6-8% del total). La seva funció principal és la de transport, pel que conté quantitats importants de nutrients en dissolució que inclouen salts, glucosa, aminoàcids, vitamines i hormones, així com substàncies rebuig de l'organisme.

Dins del plasma, les albúmines i les globulines constitueixen conjuntament al voltant del 95% del total de proteïnes plasmàtiques. Són conegudes com a proteïnes del sèrum. Les albúmines són de pes molecular baix, es fabriquen al fetge i s'encarreguen del transport de mol·lècules a través de la sang, alhora que ajuden a mantenir la pressió osmòtica. Les globulines també porten a terme una funció de transport de nutrients i alhora constitueixen la major part d'anticossos.

Un dels punts crítics en relació a la utilització del plasma, és la presència de contaminacions microbiològiques. És imperatiu sotmetre'l a tractaments previs que n'assegurin la inexistència de patògens, sense perjudicar-ne el poder immunitzant. Respecte a això, la sang a utilitzar com a matèria primera, s'ha de seleccionar en base a criteris exhaustius i de seguretat. D'altra banda, és important assegurar la no contaminació posterior del producte ja tractat. En el producte final, s'han de garantir recomptes d'aerobis totals d'acord amb la legislació, així com absència de coliforms patògens i salmonel·la.

### 1.5.2. Valor nutricional

El plasma de sang porcí assecat per aspersió està constituït exclusivament per proteïnes, minerals i aigua. El seu contingut en cendres depèn del procés de fabricació i pot oscil·lar entre un 6 i un 19% del total del producte. Al respecte, cal destacar que proporcions altes de minerals, es tradueixen en una higroscopicitat més elevada del producte (Anar a la taula 2 per al valor nutricional complet).

La proteïna, constitueix la fracció més important del plasma. És una proteïna molt apreciada gràcies al seu bon perfil aminoacídic, exceptuant-ne la deficiència que presenta en aminoàcids sulfurats (cisteïna i metionina) (Kats *et al.*, 1994; Owen *et al.*, 1995<sup>b</sup>), així com en isoleucina, en comparació amb el perfil d'aminoàcids contingut en la llet de la truja (veure la taula 3). És important doncs aquesta similitud en valor nutricional amb la llet de truja, un dels objectius buscats en dietes per a garrins en etapa de desmamament.

**Taula 2. Valor nutricional del plasma animal 80% PB (Proteïna Bruta).**

COMPOSICIÓ QUÍMICA (%)											
Humitat		Cendres		Proteïna bruta		Extracte eteri		Greix		Sucres	
8.5		6.0		81.0		0.3		90		3.0	
MACROMINERALS (%)											
Ca	P	P <sub>fitic</sub>	P <sub>disp.</sub>	P <sub>dig.porc</sub>	Na	Cl	Mg	K	S		
0.15	0.17	0	0.16	0.13	2.8	1.3	0.03	0.09	0.75		
MICROMINERALS I VITAMINES (mg/kg)											
Cu		Fe		Vit E		Biotina		Colina			
3.7		50		-		-		-			
VALOR ENERGÈTIC (kcal/kg)											
Energia digestible; ED			Energia Metabolitzable; EM				Energia Neta; EN				
3950			3580				2250				

Font: Blas de Beorlegui *et al.*, 2003.

**Taula 3. Taula comparativa del perfil aminoacídic del calostre, la llet de truja i del plasma.**

AA (%)	<sup>1</sup> De la truja		Plasma		
	Calostre	Llet madura	<sup>2</sup> NRC (%)	<sup>3</sup> FEDNA	
				%PB	%
<b>Lisina</b>	6.3	7.0	6.84	8.70	7.05
<b>Metionina</b>	1.7	1.6	0.75	0.94	0.76
<b>Cisteïna</b>	1.8	1.5	2.63	3.03	2.46
<b>Treonina</b>	5.8	4.1	4.72	6.30	5.10
<b>Triptòfan</b>	1.6	1.6	1.36	1.90	1.54
Àcid glutàmic	18.1	22.3	-	-	-
Àcid aspàrtic	7.8	7.9	-	-	-
Alanina	4.4	2.8	-	-	-
Arginina	6.1	5.6	4.55	-	-
Fenilalanina	4.4	3.8	4.42	-	-
Glicina	3.1	2.3	-	-	-
Histidina	2.1	2.3	2.55	-	-
Isoleucina	2.4	2.9	2.71	3.40	2.75
Leucina	9.9	9.8	7.61	-	-
Prolina	9.1	11.0	-	-	-
Serina	6.5	5.4	-	-	-
Tirosina	4.0	3.9	3.53	-	-
Valina	5.0	3.8	4.94	5.80	4.70

<sup>1</sup>Composició individual d'aminoàcids del calostre porcí i la llet madura expressat en percentatge total d'aminoàcids.

**Font:** Csapo et al., 1996

<sup>2</sup>Composició mitja en aminoàcids del plasma.

**Font:** NRC, 1998.

<sup>3</sup>Composició en aminoàcids del plasma animal.

**Font:** Blas de Beorlegui et al., 2003.

**Taula 4. Digestibilitat dels aminoàcids del plasma en el garrí.**

AA (%)	<sup>1</sup> Llet de la truja		<sup>2</sup> Plasma			
	<sup>a</sup> DIR		<sup>b</sup> DIA		DIR	
	%PB	*%	%PB	*%	%PB	*%
<b>Lisina</b>	92.1	6.45	91	6.42	91.5	6.45
<b>Metionina</b>	99.2	1.59	89	0.68	90	0.69
<b>Cisteïna</b>	84.0	1.26	-	-	-	-
<b>Met+Cys</b>	-	-	90	2.90	91	2.93
<b>Treonina</b>	84.3	3.46	88	4.49	89	4.54
<b>Triptòfan</b>	95.9	1.53	90	1.38	91	1.40
Arginina	89.3	5.16	-	-	-	-
Fenilalanina	88.3	3.36	-	-	-	-
Tirosina	-	-	-	-	-	-
Fen+Tir	-	-	-	-	-	-
Histidina	99.2	2.28	-	-	-	-
Isoleucina	88.8	2.58	91	2.50	92	2.53
Leucina	89.3	8.75	-	-	-	-
Valina	85.2	3.24	91	4.27	92	4.32

\*Part aprofitada de la que s'inclourà a la dieta en funció de la digestibilitat aparent o real

En negreta, apareixen els aminoàcids considerats essencials en garrí.

<sup>a</sup>DIR: Digestibilitat ileal real o estandaritzada.

<sup>b</sup>DIA: Digestibilitat ileal aparent.

<sup>1</sup>Digestibilitat dels aminoàcids de la llet de truja en garrins de 17 dies d'edat.

**Font:** Mavromichalis *et al.*, 2001.

<sup>2</sup>Composició en aminoàcids del plasma animal 80% PB (Proteïna Bruta).

**Font:** Blas de Beorlegui, *et al.*, 2003.

### 1.5.3. Procés de fabricació de l'SDPP

L'SDPP és un subproducte d'escorxador obtingut a partir de sang de porc.

Primer de tot es recull la sang en condicions asèptiques i s'emmagatzema en tancs de refrigeració. Se li addiciona un anticoagulant (normalment citrat sòdic). Seguidament, se'n separa el plasma per centrifugació (la part eliminada són els glòbuls blancs i rojos) la composició proteica del qual varia d'un 65 a un 85% en funció del procés de filtració utilitzat, ultrafiltració o osmosi inversa. En el primer cas, s'obté un contingut més elevat de proteïna (81 vs 70% aproximadament) i menor en cendres (6 vs 19%) així com un contingut en immunoglobulines més elevat. Per tan, el valor nutritiu del plasma obtingut per ultrafiltració és més elevat que l'obtingut mitjançant filtració per osmosi inversa.

Seguidament, s'aplica un procés de deshidratació per atomització (Spray-Drying). El plasma és polvoritzat en forma de microgotes per augmentar la superfície total de transferència de calor. Seguidament es posa en contacte amb un flux d'aire calent (150-210°C), produint així l'evaporació quasi instantània de l'aigua del producte. El temps en el qual el producte queda sota la influència d'elevades temperatures és de pocs segons, pel que la qualitat de les proteïnes resta quasi intacta.

El producte final resulta en una pols cremosa i de naturalesa higroscòpica, rica en immunoglobulines actives. Aquest producte presenta una estabilitat superior a un any pel que, si es conserva en ambients secs, frescos i nets, el seu valor nutricional no es veu perjudicat (Argenti *et al.*, 1996).

### 1.5.4. Valor immunològic del plasma

Els porcs, es caracteritzen per tenir una placenta epiteliocorial, pel que al néixer, no disposen d'immunoglobulines pròpies. Depenen doncs de les defenses subministrades a través del calostre i la llet maternes per tal d'obtenir immunitat (IgG en el calostre i IgA en la llet). Donat que el desmamament precoç interromp el subministrament d'aquestes

immunoglobulines i que el sistema immunològic del garrí no comença a produir les seves pròpies defenses fins aproximadament les tres setmanes de vida, és de gran interès suplir el subministrament d'aquestes immunoglobulines a través de la nova dieta.

S'han realitzat varis estudis per tal d'avaluar les diferents possibilitats i s'ha arribat a la conclusió que les immunoglobulines més efectives resulten ser les contingudes en el plasma sanguini porcí convenientment processat. La seva inclusió en pinsos per a garrins en desmamament ha aconseguit disminuir de forma efectiva la mortalitat en garrins per problemes de tipus entèric (Van Dijk *et al.*, 2001; Bosi *et al.*, 2004).

### 1.5.5. Mecanismes d'acció

Molts estudis han demostrat que addicions de SDAP, influeixen positivament en el rendiment del garrí (Coffey and Cromwell, 1995; Van Dijk *et al.*, 2001). Es desconeixen les raons per les quals l'addició del plasma millora l'estat sanitari i la productivitat del garrí. És poc clar si els efectes beneficiosos estan causats per l'increment del consum i/o indirectament pel seu contingut en components específics bioactius. Es creu que factors presents en l'SDPP, influeixen les funcions sistemàtiques i/o intestinals controlant el creixement i/o la immunitat. Nombrosos estudis realitzats proposen els següents mecanismes:

- **Elevat valor biològic de la proteïna:** El plasma conté una font proteica d'alta digestibilitat amb un elevat contingut en la majoria dels aminoàcids essencials pel que l'SDPP, constitueix una font clau de nutrients en dietes per a garrins. Les seves semblances nutricionals amb la llet de truja, el converteixen en una proteïna molt valorada en pinsos de transició per a garrins i es presenta com a un substitut potencial a les dietes elaborades amb productes de la llet com a font de proteïna (Coffey and Cromwell, 1995; Zimmerman *et al.*, 1999<sup>a</sup>).
- **Afavoreix el consum:** L'addició de SDPP en dietes per a garrins millora la palatabilitat de la dieta, el que comporta un increment en el consum. Un augment de la ingestió d'aliment es veu reflectit en una millora del creixement,

així com dels índexs de conversió (Kats *et al.*, 1994; Grinstead *et al.*, 2000).

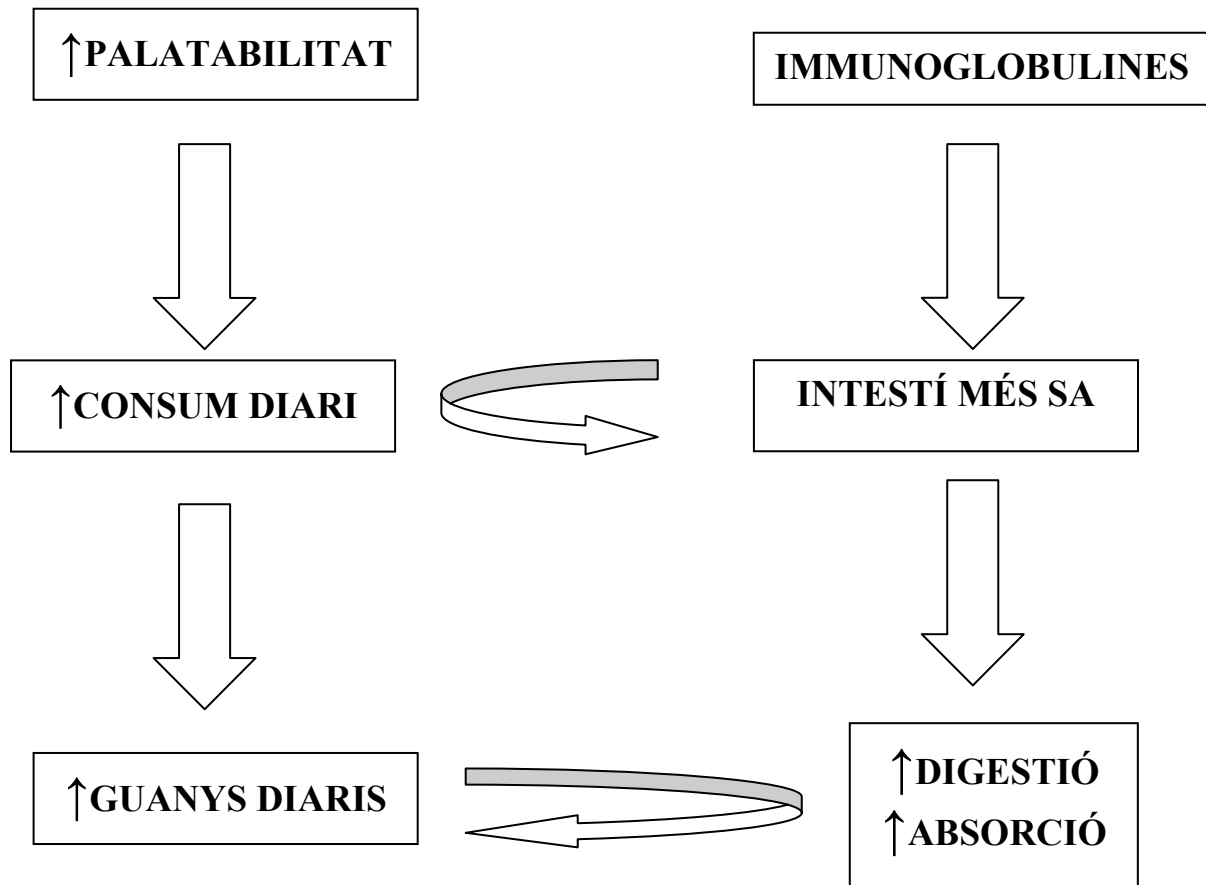
- **Millora de l'estat sanitari del garrí:** L'SDPP, conté mol·lècules biològicament actives que subministren protecció passiva al garrí, en substitució a la que li era subministrada mitjançant la llet materna. Diversos estudis han demostrat que en milloren la immunocompetència i exerceixen un efecte protector a nivell de la mucosa intestinal, incrementant-ne la superfície absortiva (per increment de l'àrea de les vellositats) i la funcionalitat, amb el que s'aconsegueix una major protecció enfront possibles infeccions (Coffey and Cromwell, 1995; Bosi *et al.*, 2004).

Aquest mecanisme explicaria també perquè estudis comparatius entre el plasma i altres fonts de proteïna estableixen que els resultats obtinguts amb SDPP són més notables en condicions amb una alta concentració de patògens, en comparació amb condicions amb una higiene adequada (Coffey and Cromwell, 1995; Van Dijk *et al.*, 2001). Aquest mecanisme també pot indicar el fet de que els resultats siguin millors els primers dies post-desmamament, desapareixent en animals de més edat, quan l'animal ja és capaç de sintetitzar-se les seves pròpies immunoglobulines. Els efectes de l'SDPP en els índexs de creixement i consum diari són molt més notables les dues primeres setmanes després del desmamament (la primera més que la segona) i la major part d'experiments no mostren efectes positius en el creixement en períodes posteriors a les dues setmanes després del desmamament (Kats *et al.*, 1994; Grinstead *et al.*, 2000). És per això que en l'actualitat, la inclusió de SDPP es recomana exclusivament en pinsos per a garrins en les primeres edats, per tal de veure'n compensat l'elevat cost que suposa la seva inclusió.

Nombrosos experiments han observat també millors rendiments del plasma quan no s'inclouen promotors del creixement a la dieta, en comparació amb aquells que si que n'inclouen (Van Dijk *et al.*, 2001; Bikker *et al.*, 2001) mentre que d'altres no han trobat diferències (Coffey and Cromwell, 1995; Bosi *et al.*, 2004). En ambdós casos però, es conclou que l'SDPP pot representar una bona alternativa als antimicrobials tot i que aquests utilitzin mecanismes diferents

No s'ha d'entendre l'actuació d'aquest mecanismes individualment sinó que s'entén que possiblement, el benefici proporcionat en el garrí, es deu a la interacció d'aquests, així com d'altres que podrien no haver-se identificat encara (Coffey and Cromwell, 2001).

L'esquema resum es mostra a continuació;



Font: Van Dijk et al., 2001.

L'ús de SDPP en dietes per a garrins en transició s'ha de considerar degut al seu elevat cost i tenir en compte que la seva eficàcia és funció de l'edat de desmamament, l'estat sanitari del garrí, el temps d'aplicació i de la resta de matèries primeres contingudes en la dieta així com la seva complexitat (Dritz *et al.*, 1996).



### **1.5.6. Situació actual del plasma**

Abans de l'aparició de l'Encefalopatia Espongiforme Bovina (BSE; Bovine Spongiform Encephalopathy), vulgarment coneguda com a “malaltia de les vaques boges”, la inclusió de plasma de sang animal en dietes per a garrins en l'etapa de desmamament era molt utilitzada gràcies als bons resultats obtinguts. Al 2001 però, la Comissió de les Comunitats Europees va prohibir tota utilització de subproductes de mamífers en alimentació per animals de granja.

La falta d'evidència que aquesta malaltia es pogués donar de forma natural en animals no remugants i els controls exhaustius que es preveia aplicar, van permetre que al setembre del 2005 se'n tornés a permetre la utilització i per tan també la inclusió de plasma de sang animal en dietes per a porcí (en alimentació per a remugants continua la prohibició). Tot i això, les restriccions i prescripcions severes a les que s'ha d'atendre i la pressió que exerceix la FAO (Food and Agriculture Organization) de les Nacions Unides als governs per estendre la prohibició de forma permanent, planteja un futur incert a la utilització del plasma com a font de proteïna en alimentació animal. És per això que tan ramaders com la indústria alimentària, veuen la necessitat de buscar fonts de proteïna alternatives. La principal preocupació és que la productivitat del bestiar aconseguida amb el plasma de sang es podria veure greument compromesa si la qualitat de les proteïnes alternatives no es manté adequadament.

## **1.6. L'OU COM A FONT DE PROTEÏNA EN DIETES PER A GARRINS EN ETAPA DE DESMAMAMENT**

Anualment, es produeixen quantitats importants de subproductes de l'ou que no són aptes per a consum humà. Fins ara, havien rebut molt poca atenció com a ingredients per alimentació animal (Schmidt, 2001) tot i que aquests es presenten com a una font excel·lent de proteïna, energia i agents antimicrobians, així com de vitamines i minerals. Alhora, el baix cost que representa enfront el plasma, així com la incertesa que la

utilització d'aquest presenta en un futur, fan que els subproductes de l'ou, sotmesos a un procés adequat, es presentin com a substituïts potencials del plasma en dietes per a garrins en etapa de desmamament. Tot i això, aquesta és una alternativa encara molt recent pel que la investigació realitzada per tal d'avaluar-ne les seves possibilitats és encara insuficient. Alhora els resultats obtinguts són variis i les conclusions científiques contradictòries. La indústria actual mostra gran interès en la utilització de subproductes de l'ou en dietes per a garrins en etapa de desmamament, pel que s'hi segueix investigant. Tot i que alguns dels estudis siguin negatius, per a molts, l'ou es presenta com una de les poques alternatives viables enfront el plasma, si més no, com a substituït parcial, ja que tot i no resoldre la problemàtica d'una possible prohibició de la inclusió de SDPP, el cost de la dieta es veuria reduït considerablement.

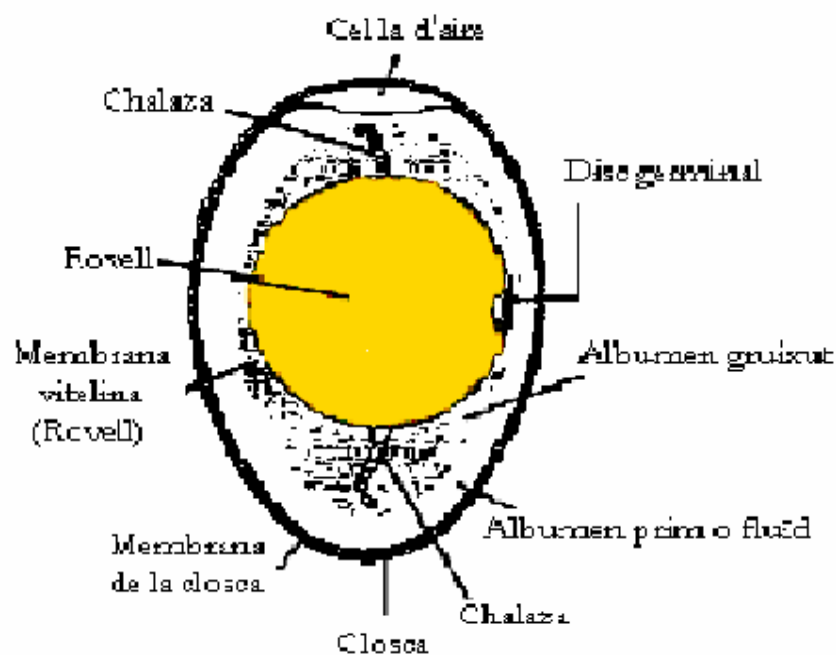
Els subproductes de l'ou no aptes per a consum humà són variis. Fins ara però, els més utilitzats han estat els fabricats a partir de l'ou sencer (SDWE; Spray Dried Whole Egg) o a partir de l'albumen (SDTA; Spray Dried Technical Albumen). Aquests, són els que en un principi havien despertat major interès, principalment per l'activitat bactericida que presenta el lisosoma, una de les proteïnes majoritàries contingudes en l'albumen, a part del contingut addicional en altres agents antimicrobians. Aquests, es troben principalment a la clara, ja que aquesta, és la part de l'ou encarregada de subministrar protecció a l'embrió contra la possible entrada d'agents externs. Malauradament, l'albumen presenta nombrosos factors antinutricionals als quals, se'ls creu responsables de que els rendiments aconseguits amb l'ou, tot i la alta qualitat de la seva proteïna, no siguin els esperats. Aquests factors a més, són resistents a tractaments tèrmics severos. Bàsicament, el que fan és lligar alguns minerals (ferro per exemple) i vitamines (tiamina, riboflavina i biotina) i inutilitzar-los per l'organisme, així com inhibidors de la proteasa. Això, ha provocat que molts nutricionistes siguin reticents a utilitzar subproductes de l'ou com a font de proteïna per a garrins en etapa de desmamament o només n'incloguin petites quantitats.

Recentment però, s'ha vist una bona alternativa en el rovell. Aquest conté igualment una proteïna d'alta qualitat i està lliure de factors antinutritius. L'únic problema que presenta és el seu alt contingut en lípids. Com ja s'ha esmentat en apartats anteriors, el baix desenvolupament que presenta el sistema digestiu i enzimàtic dels garrins, sobretot les primeres setmanes després del desmamament, és insuficient per tal de digerir i

absorbir quantitats importants de lípids, sobretot si la complexitat d'aquests és elevada (Jensen *et al.*, 1997). És per això que abans d'incloure'l en dietes per a garrins, el rovell de l'ou s'ha de desengrassar. L'ingredient que en resulta és la farina de rovell d'ou desengrassada (Defatted Egg Yolk Powder; DEYP) el qual es presenta com el futur substitut del plasma en dietes per a garrins en etapa de desmamament.

### 1.6.1. Introducció a l'ou

Els ous, es formen durant el període d'ovulació dels ovípars. Els folicles, ubicats a l'ovari, són els que conformen el rovell del futur ou. En el seu pas al llarg de l'oviducte fins a l'exterior, es dona la formació de la clara i la closca, la funció de les quals és la de proporcionar protecció a l'embrió. El disc germinal, on la fertilització té lloc, està adjunta al rovell, ja que aquest és la font d'aliment de l'embrió. A les dues bandes oposades del rovell hi trobem les chalaza, espècie de filaments que suporten el rovell en el centre de l'albumen, component principal de la clara de l'ou.



**Figura 2.** Parts principals de l'ou.

L'ou és, per tant, una estructura biològica que per naturalesa està destinada a la reproducció. S'encarrega de protegir i proveir una dieta completa per al desenvolupament de l'embrió fins als seus primers dies de vida com a poll. Així doncs, la funció de l'ou, tot i no ser concebut amb l'objectiu de destinar-se a l'alimentació humana o animal, el converteix en un dels aliments més nutritius i versàtils i suposa un suplement dels tres requeriments nutricionals principals; energia, proteïna i factors essencials; principalment vitamines, minerals, carotenoids i agents antimicrobians.

Tot i que molts factors condicionen la composició de l'ou (sexe, edat, raça, estat sanitari i dieta de les gallines, ambient,...), aquesta es manté relativament constant, principalment la que es refereix al rovell, ja que com ja s'ha mencionat, aquest es forma sempre amb el mateix objectiu; el de subministrar els nutrients necessaris a l'embrió per al seu desenvolupament.

**Taula 5. Distribució dels macronutrients de l'ou de la gallina (en g per 100 g de part comestible).**

COMPONENT (g/100g)	Ou sencer	Albumen	Rovell
<b>Pes</b>	100	66	34
<b>Aigua</b>	75.8	57.8	17.8
<b>Proteïna</b>	12.6	7.2	5.4
<b>Lípids</b>	9.94	0.12	9.02
<b>Sucres</b>	0.78	0.48	0.20
<b>Energia (Kcal)</b>	147	34.4	109.4

**Font:** ENC; Egg Nutrition Center, 2004.

El que més ens interessa però, és l'excel·lent font de proteïna que l'ou representa. Com ja s'ha comentat en apartats anteriors, el més important en dietes per a garrins en etapa de desmamament és la qualitat de la proteïna. Efectivament doncs, l'ou conté la proteïna de més elevada qualitat dins dels aliments (fins i tot més que la llet), pel que se

la coneix com a la “proteïna ideal”. S'utilitza com a estàndard respecte la qual es mesura la qualitat de la resta de proteïnes alimentàries.

Seguidament, s'aprofundirà en les característiques i composició del rovell, part de l'ou a partir de la qual s'obté l'ingredient DEYP.

### 1.6.2. Valor nutricional del rovell

El rovell és la part menys hidratada de l'ou així com la més energètica. Conté tots els lípids i pràcticament la meitat de la proteïna total (veure la taula 5). Més endavant, es mostrarà que aquest representa també una aportació de minerals i vitamines molt important, superior a la de la clara.

**Taula 6. Composició dels macronutrients del rovell d'un ou de gallina.**

COMPONENT	<sup>1</sup> Sauveur	<sup>2</sup> USDA
	en g per 100 g de part comestible	
<b>Aigua</b>	46.5-49.0	52.31
<b>Proteïnes</b>	16-17	15.86
<b>Lípids</b>	33-34	26.54
<b>Saturats</b>	11.2-11.7	9.551
<b>Insaturats</b>	18.2-19.0	15.94
<b>Colesterol</b>	1.31-1.38	1.234
<b>Carbohidrats</b>	-	3.590
<b>Sucres</b>	0.15-0.25	-
<b>Cendres</b>	1.1-1.6	1.710
<b>Energia (Kcal)</b>	380-400	322.0

**Fonts:**

<sup>1</sup>Sauveur, 1993.

<sup>2</sup>USDA. National Nutrient Database for Standard Reference, Release 18, 2005.

### 1.6.2.1. Lípids i proteïnes

En el rovell, els lípids es troben en emulsió amb altres substàncies, majoritàriament proteïnes. Aquesta associació que s'estableix entre aquests dos macronutrients provoca que per entendre la composició del rovell, sigui necessari considerar les proteïnes i els lípids de manera conjunta.

Quan el rovell és sotmès a centrifugació s'obtenen tres fraccions ben diferenciades;

- I. Fracció lipoproteica de baixa densitat (LDL). És la majoritària. Conté aproximadament un 90% de lípids la majoria dels quals són triglicèrids.
- II. Fracció de major densitat que sedimenta en forma de grànuls. Conté tota la fosfovitina així com les lipoproteïnes d'alta densitat (HDL) de les quals, una quarta part són lípids repartits entre triglicèrids i fosfolípids.
- III. Fracció minoritària que conté totes proteïnes solubles, amb un contingut majoritari en livetines.

**Taula 7. Components i quantitats en g de lípids i de proteïnes del rovell d'un ou de gallina de 60g.**

Lípids totals: 6.4g		Proteïnes totals: 3.2 g	
Triglicèrids	4.1	Livetines (Hidrosolubles)	0.4-1.0
Fosfolípids	1.9	Fosfovitina	0.5
Colesterol	0.25	Vitelines	0.94-2.4
Vitamines i pigments	0.13	Vitelina *(en HDL)	0.4-1.5
		Vitelina**(en LDL)	0.9

\*HDL: High Density Lipoproteins; lipoproteïnes d'alta densitat.

\*\* LDL: Low Density Lipoproteins; lipoproteïnes de baixa densitat.

Font: Sauveur, 1993.

A continuació, s'exposen les característiques principals dels components que apareixen a la taula 6.

### **LÍPIDS**

- **Triglicèrids:** Representen la major part d'àcids grassos continguts en el rovell. Els més significatius són l'àcid oleic i l'esteàric com a insaturats i dins el grup de saturats, l'àcid palmític i el linoleic.
- **Fosfolípids:** Són un component important de les lipoproteïnes contingudes en el rovell. Són mol·lècules amfifíliques pel que s'utilitzen en la indústria com a emulsionants naturals. Un dels més destacats és la lecitina.
- **Colesterol:** El colesterol és la part majoritària d'esterols continguts en el rovell. Una petita part de colesterol és sintetitzada per la gallina mentre que la resta prové de la dieta.
- **Pigments:** El rovell presenta coloració gràcies al seu contingut en pigments, majoritàriament carotens i xantofiles. Els carotens en defineixen el color. Són subministrats a la gallina mitjançant la dieta i absorbits gràcies a la seva liposolubilitat. Les xantofiles, principalment zeaxantina i luteïna, se'ls atribueixen propietats antioxidants així com la prevenció degenerativa dels ulls. Un grau de pigmentació elevat sol comportar una deficiència en vitamina A, ja que aquests dos entren en competència per tal d'incorporar-se en el rovell.
- **Vitamines:** El rovell presenta una alta riquesa en vitamines liposolubles. Aquestes, s'explicaran de forma més detallada més endavant.

### **PROTEÏNES**

- **Vitelines:** Es troben com a components de les lipoproteïnes del rovell en:  
Lipoproteïnes de baixa densitat (LDL): És la fracció proteica majoritària del rovell i s'encarrega de transportar i dipositar el colesterol en els teixits dels cos. És per això que vulgarment és conegut com el "colesterol dolent".

Lipoproteïnes d'alta densitat (HDL): Les vitelines representen tres quartes parts de les HDL mentre que la resta són lípids. Vulgarment se'l coneix com a “colesterol bo”.

Aquestes, poden trobar-se també formant un complex amb el fòsfor que rep el nom de fosfovitina.

- **Fosfovitina:** Fosfoproteïna que conté aproximadament el 80% del contingut total en fòsfor del rovell. Té la capacitat de transportar iode i pot utilitzar-se com a antioxidant natural ja que inhibeix les reaccions d'oxidació produïdes en els lípids, el que permet allargar la vida útil d'aquells productes rics en greix. És un molt bon agent emulsionant. Recentment se n'estudien les seves propietats bactericides, especialment contra *Escherichia coli* (Sattar Khan *et al.*, 2000), principal causant de diarrees en garrins.
- **Livetina:** És una glicoproteïna soluble en aigua, lliure de lípids, la qual es troba unida al plasma en la sang. Bona part de la investigació realitzada sobre aquesta proteïna està encarada a avaluar-ne el paper que desenvolupa dins del sistema immunitari. En animals ovípars, la immunitat passiva subministrada a l'embrió equivalent a la del calostre rebut en vivípars (IgA) són les immunoglobulines Y (IgY). Aquestes proteïnes (entre elles la livetina) tenen la capacitat de lligar-se a antígens específics i neutralitzar-los. Les IgY són transmeses a través de l'epiteli folicular dels ovaris i per tan, un cop s'ha completat la formació de l'ou, passen a formar part del rovell. Aquests anticossos es produeixen per combatre l'entrada de qualsevol agent estrany. És per això que la base de molts dels estudis consisteix en avaluar les possibilitats que pot presentar la immunització de gallines per aconseguir anticossos específics. Es tracta d'exposar l'animal a un patogen determinat i posteriorment, aïllar-ne o purificar-ne els anticossos fabricats. Una pràctica força utilitzada en garrí és la immunització de gallines contra ETEC (*Escherichia coli* enteropatogènica) per tal d'aconseguir ous amb anticossos contra aquest patogen. Posteriorment, aquests es subministren al garrí a través de la dieta, proporcionant-li així immunitat passiva contra ETEC, principal causant de diarrees i malalties en garrins desmamats precoçment (Sim *et al.*, 2005).



En el nostre cas, el que més ens interessa de la proteïna continguda en el rovell és la seva composició en aminoàcids, així com la disponibilitat que aquests presenten a ser digerits i absorbits per l'organisme, factor clau per tal d'aconseguir un rendiment òptim en garrins desmamats precoçment. Anteriorment, ja s'ha mencionat l'elevada qualitat proteica que presenta l'ou. Això inclou també, com és lògic, la proteïna continguda en el rovell.

#### **1.6.2.2. Carbohidrats**

Els glúcids, es troben en el rovell com a oligosacàrids, units a la proteïna o lliures, principalment en forma de glucosa. Constitueixen però una fracció minoritària del rovell, pel que la major part d'energia que aquest conté prové dels lípids.

#### **1.6.2.3. Vitamines**

L'aportació de vitamines que representa el rovell és, en proporció, més alta que en la clara (veure taula 9). Conté totes les vitamines liposolubles de l'ou, les quals, són subministrades a través de la dieta i queden incorporades en la fracció lipídica del rovell. Presenta una alta riquesa en totes les vitamines, exceptuant-ne algunes del grup B, així com l'absència de vitamina C. Cal destacar que és un dels pocs aliments que conté vitamina D de forma natural.

#### **1.6.2.4. Minerals**

És la fracció en cendres del rovell. Igual que en vitamines, el rovell és també la part de l'ou més rica en minerals (veure taula 10). Constitueix una font molt important de fòsfor, la major part del qual hi és present formant un complex amb les vitelines anomenat fosfovítina, explicat a l'apartat 1.6.2.1.

**Taula 8. Composició aminoacídica del rovell de l'ou.**

<b>Aminoàcid</b>	<b><sup>1</sup>g per ou de 60g</b>	<b><sup>2</sup>g en 100 g de rovell**</b>	<b><sup>2</sup>g en 100 g de proteïna del rovell</b>
<b>Lisina</b>	0.220	1.217	7.673
<b>Metionina</b>	0.070	0.378	2.383
<b>Cisteïna</b>	0.050	0.264	1.664
<b>Treonina</b>	0.150	0.687	4.332
<b>Triptòfan</b>	0.045	0.177	1.12
Àcid aspàrtic	0.250	1.550	9.773
Àcid glutàmic	0.340	1.970	12.42
Alanina	0.150	0.836	5.271
Arginina	0.200	1.099	6.929
Glicina	0.085	0.488	3.077
Histidina	0.075	0.416	2.623
Hidroxiprolina	NA	*	*
Isoleucina	0.155	0.866	5.461
Leucina	0.250	1.399	8.821
Fenilalanina	0.120	0.681	4.294
Prolina	0.120	0.646	4.073
Serina	0.240	1.326	8.361
Tirosina	0.130	0.678	4.274
Valina	0.170	0.949	5.983

\*Falta de dada fiable.

\*\*El percentatge en aminoàcids s'ha obtingut en base a un rovell amb un contingut en proteïna del 15.86%.

NA: No Apareix

En negreta, apareixen els aminoàcids considerats essencials en garrí.

**Fonts:**

<sup>1</sup>Sauveur, 1993.

<sup>2</sup>USDA. National Nutrient Database for Standard Reference, Release 18, 2005.

**Taula 9. Composició en vitamines del rovell de l'ou.**

Vitamina	<sup>1</sup> µg en un ou de 60 g			µg en 100 g de rovell	
	Ou sencer	Albumen	Rovell	<sup>1</sup> Sauvier	<sup>2</sup> USDA
Vitamines hidrosolubles					
Tiamina, B1	52	1.5	50	275	176
Riboflavina, B2	200	120	80	400-500	528
Niacina, B3	43	33	10	40-70	24
Àcid pantotènic, B5	830	80	750	3500-4500	2990
Piridoxina, B6	68	8	60	300-350	350
Folat total, M	-	-	-	-	146
Àcid fòlic, B9	15	0.5	15	50-105	0
Cianocobalamina, B12	0.5	-	0.5	2.1-3.5	1.95
Àcid Ascòrbic, C	0			0	0
Vitamines liposolubles					
Retinol, A en IU*	150-400	-	150-400	800-2500	1442
Vitamina E (α-tocoferol) en IU*	600-2000	-	600-2000	3.5-10	2.58
Vitmaina D en IU*	20-80	-	20-80	110-450	107
Vitamina K	10-30	-	10-30	0.05-0.15	0.7

\*IU: Unitat Internacional (International Unit) referida a l'activitat biològica de la vitamina

Vit A: 1IU=1RE (Retinol Equivalence)=0.3 µg

Vit D: 1IU=25ng

Vit E: Equivalent biològic de 0.667 mg de d-α-tocoferol o 1 mg de dl-α-tocoferol acetat.

**Fonts:**

<sup>1</sup>Sauveur, 1993.

<sup>2</sup>USDA. National Nutrient Database for Standard Reference, Release 18, 2005.

**Taula 10. Composició en minerals del rovell de l'ou.**

<b>Mineral</b>	<sup>1</sup> mg en un ou de 60 g			mg en 100 g de rovell	
	<b>Ou sencer (s/closca)</b>	<b>Albumen</b>	<b>Rovell</b>	<sup>1</sup> Sauvier	<sup>2</sup> USDA
Calci, Ca	29	3	26	100-190	129
Ferro, Fe	1.1	-	1.1	5-10	2.73
Magnesi, Mg	6	4	2	10-12	5
Fòsfor, P	120	5	115	550-650	390
Potassi, K	73	53	20	90-130	109
Sodi, Na	72	62	10	40-70	48
Zinc, Zn	-			-	2.30
Coure, Cu					0.077
Manganès, Mn					0.055
Sofre	90	60	30	160-180	-
Clor	93	62	31	150-180	

**Fonts:**<sup>1</sup>Sauveur, 1993.<sup>2</sup>USDA. National Nutrient Database for Standard Reference, Release 18, 2005

### 1.6.3. Procés de fabricació del DEYP

La fabricació del DEYP (Defatted Egg Yolk Powder) inclou dos processos principals; l'atomització (Spray-Drying) i extracció del greix amb un solvent apolar. L'objectiu principal del procés d'atomització és el d'aconseguir la disminució del contingut aquós del producte, almenys fins a un 25%. L'extracció lipídica, s'assoleix posant en contacte el producte amb un solvent apolar, amb el qual, s'aconsegueix l'eliminació de més del 90% del colesterol i dels lípids totals continguts en el rovell de l'ou. Posteriorment, aplicant pressió, es volatilitza el solvent. Aquest procés s'aplica per tal d'extreure la font addicional d'energia que conté el rovell en forma de lípids. En apartats anteriors, ja s'ha explicat la dificultat que presenten els garrins deslletats precoçment a l'hora de

digerir els lípids, sobretot si la complexitat d'aquests és alta, pel que inclusions elevades d'aquests nutrients en aquesta etapa, sobretot les primeres setmanes post desmamament, no són gaire recomanables. És per això que el rovell de l'ou és desengrassat un cop assecat.

Aquests dos processos, són especialment crítics pel dany que les altes temperatures utilitzades poden produir a les proteïnes; les quals són d'especial interès en nutrició garrina. És per això que cal anar molt en compte amb el tractament aplicat, ja que es pot comprometre de forma important la qualitat del producte i per tan, els resultats que se n'obtinguin. Les altes temperatures causen reaccions de Maillard, les quals modifiquen la disponibilitat i digestibilitat dels aminoàcids. Un experiment realitzat per Zimmerman l'any 1999<sup>b</sup> va obtenir resultats poc esperats en un experiment amb garrins amb una dieta on la font de proteïna provenia de subproductes de l'ou. Aquests, es van atribuir a una possible destrucció dels aminoàcids abans o durant el procés d'assecatge de l'ou. Per tal de reduir el dany produït, poden utilitzar-se altres processos o tècniques que permeten disminuir les temperatures utilitzades. En el cas de la deshidratació, es pot utilitzar un procés conegut com a “freeze drying”, el qual permet disminuir el contingut aquós del producte per l'aplicació de baixes temperatures, pel que el dany produït a les proteïnes és pràcticament nul. En el procés d'extracció, la pressió aplicada, així com el tipus de solvent, determinaran les temperatures necessàries a utilitzar per tal de que es produeixi l'evaporació.

#### **1.6.4. Situació actual del DEYP**

Els estudis realitzats per tal d'avaluar les possibilitats de la inclusió de rovell d'ou assecat i desengrassat en dietes per a garrins en etapa de desmamament com a alternativa al plasma són encara insuficients, pel que la situació actual del DEYP resta encara poc definida dins del sector. Com ja s'ha esmentat, la utilització de l'ou és una alternativa molt recent. Més innovadora és doncs la del rovell, tenint en compte que un cop considerada la opció de l'ou, s'havien considerat de major potencial la utilització de subproductes de l'albumen i/o de l'ou sencer. És per això que, la major part d'informació de la que es disposa actualment fa referència a aquests dos ingredients.

Cal destacar que la legislació vigent permet la inclusió dels subproductes de l'ou en dietes destinades a porcí sense cap tipus de restricció.

### **1.7. EL DEYP CONTRA L'SDPP**

La inclusió del DEYP com a ingredient en dietes per a garrins deslletats precoçment és doncs una alternativa emergent. La investigació i els experiments realitzats van encaminats a avaluar els seus efectes en el creixement i rendiment del garrí, alhora que estableixen comparacions amb la font de proteïna de referència actual en nutrició per a garrins en transició com és l'SDAP.

En un principi, els resultats esperats són força esperançadors per diverses raons. Primer de tot, per les bones propietats nutricionals i energètiques que presenta, així com el seu bon perfil aminoacídic; sent una font important dels quatre aminoàcids essencials establerts en garrins. Se'n destaca el seu elevat contingut en metionina, en comparació amb el plasma, fet que el presenta, a primera instància, com a un substitut potencial del plasma, encara que no total almenys parcial, davant la deficiència en aminoàcids sulfurats que aquest presenta (Schmidt *et al.*, 2003). És per això que alguns estudis, també estan dirigits a determinar-ne les seves possibilitats com a substitut parcial, ja que si més no, el cost total de la dieta es veuria reduït considerablement.

**Taula 11. Composició aminoacídica en g que presenta la proteïna del rovell d'ou en comparació amb el plasma.**

<b>Aminoàcid</b>	<b><sup>1</sup>% en rovell amb 80% PB</b>	<b><sup>2</sup>% en plasma amb 80% PB</b>
<b>Lisina</b>	6.14	7.05
<b>Metionina</b>	1.91	0.76
<b>Cisteïna</b>	1.33	2.46
<b>Treonina</b>	3.47	5.10
<b>Triptòfan</b>	0.89	1.54
Àcid aspàrtic	7.82	-
Àcid glutàmic	9.94	-
Alanina	4.22	-
Arginina	5.54	-
Fenilalanina	3.44	-
Glicina	2.46	-
Histidina	2.10	-
Hidroxiprolina	*	-
Isoleucina	4.37	2.75
Leucina	7.06	-
Prolina	3.26	-
Serina	6.69	-
Tirosina	3.42	-
Valina	4.79	4.70

\*Falta de dada fiable.

En negreta, apareixen els aminoàcids considerats essencials en garrí.

**Fonts:**

<sup>1</sup> USDA. National Nutrient Database for Standard Reference, Release 18, 2005.

Calculat a partir d'un rovell amb un 15.86% de proteïna.

<sup>2</sup> NRC, 1998.

Els càlculs s'han realitzat en base a un contingut en proteïna, en els dos productes, d'un 80%. El rovell conté un 15% de proteïna aproximadament. Considerant que el plasma

conté un 80% de proteïna, s'haurà d'addicionar unes cinc vegades més de rovell per tal de que el contingut proteic dels dos productes sigui equivalent.

A continuació, s'exposa un estudi realitzat per tal de determinar si la utilització de DEYP en dietes per a garrins en etapa de desmamament en substitució a l'SDAP és possible per tal de reduir l'esforç econòmic realitzat en alimentació en l'etapa de transició, sense veure compromès el rendiment del garrí.



## **2. OBJECTIUS**

L'SDAP (Spray Dried Animal Plasma) és la proteïna per excel·lència en alimentació per a garrins en etapa de desmamament. L'aparició però de la Malaltia Espongiforme Bovina (BSE) amb la incertesa que aquesta comporta en la seva futura utilització, junt amb el seu elevat cost, han creat la necessitat de buscar alternatives competitives a l'SDAP sense que els rendiments es vegin compromesos, el que representa la principal preocupació actual del sector.

Els subproductes de l'ou han estat una possible alternativa present des de l'inici de la problemàtica. L'interès despertat, és conseqüència principalment de l'elevada qualitat de la seva proteïna, la qual, representa el nutrient més important en dietes per a garrins en etapa de transició. Com a subproducte de l'ou doncs, el DEYP (Defatted Egg Yolk Powder), es presenta com a un substitut potencial de l' SDPP en dietes per a garrins en etapa de desmamament gràcies al seu bon perfil aminoacídic, així com el seu elevat contingut en metionina i el seu baix cost en relació amb el plasma. Tot i això, el DEYP és encara una opció molt recent, pel que la investigació realitzada és encara insuficient per tal d'establir-ne les seves possibilitats o definir-ne la situació en el camp de l'alimentació garrina.

És per això que es van portar a terme dos experiments amb 200 porcs per tal d'avaluar les possibilitats del DEYP com a font de proteïna en dietes per a garrins en etapa de desmamament.

En aquest estudi es pretén;

Per a l'experiment 1,

- Avaluar si el DEYP pot substituir l'SDPP com a ingredient principal en dietes per a garrins en etapa de transició des d'un punt de vista productiu, en dietes amb un contingut nutritiu i energètic equivalent.
- Avaluar si el DEYP pot substituir l'SDPP com a ingredient principal en dietes per a garrins en etapa de transició des d'un punt de vista econòmic, en dietes amb un contingut nutritiu i energètic equivalent.

Per a l'experiment 2,

- Determinar si una dieta amb DEYP elaborada amb una duresa del grànul inferior, produeix un efecte positiu en el consum respecte la dieta amb DEYP subministrada a l'experiment 1.
- Avaluar si una dieta amb DEYP elaborada amb una duresa del grànul inferior, pot substituir l'SDPP com a ingredient principal en dietes per a garrins en edat de desmamament des d'un punt de vista tan productiu com econòmic.

Per al global de l'estudi,

- Establir, a partir d'una valoració global dels dos experiments, la situació del DEYP en el sector ramader com a ingredient per a garrins en etapa de transició.

### **3. MATERIALS I MÈTODES**

#### **3.1. MATERIALS**

Els materials utilitzats van ser els següents;

- Plasma porcí ultrafiltrat assecat per aspersió i aglomerat Problogulin® (SDAP), subministrat per l'empresa SONAC.
- Defatted Egg Yolk Powder (DEYP) subministrat per l'empresa Qualivet. Ingredient elaborat a partir de subproductes de l'ou emprats en l'elaboració de maionesa destinada al consum humà.
- Dieta comuna a base de farina de soja i farina de peix.

#### **3.2. ANIMALS**

##### **3.2.1. Experiment 1**

Cent-trenta garrins híbrids de línia paterna Pietran x Large White i com a reproductores llavors línia ((Large White x Duroc) x Landrace), deslletats als 26 dies d'edat i amb un pes aproximat de  $7.31 \pm 0.856$  kg van ser utilitzats per tal d'avaluar la dieta experimental amb DEYP com a ingredient principal respecte la dieta control amb SDPP, en una prova de 21 dies de durada. Seguidament se'ls va sotmetre a una dieta comuna durant 14 dies. Els garrins van ser distribuïts en 10 corrals i agrupats per pesos, amb 13 porcs a cada

corral, en un disseny completament aleatori disposat per blocs de pes, amb cinc rèpliques per cada tractament. Es van allotjar en un ambient controlat, amb una temperatura inicial de 28°C i reduïda gradualment 2°C per setmana. El garrins van tenir accés a aigua i menjar *ad libitum*. A l'inici de la prova, se'ls va assignar de manera completament aleatòria un dels dos tractaments: (1) Dieta control amb un 3% de SDPP; (2) Dieta experimental amb un 4% de DEYP i van ser subministrades durant un període de 21 dies (Fase 1). Les dues dietes es van formular per a contenir aproximadament un 19% de proteïna bruta, un 1.6% de lisina, un 0.6% de metionina i una composició en nutrients equivalent (per veure'n la composició completa anar a la taula 12). Posteriorment, durant un període de 14 dies (Fase 2), se'ls va subministrar una dieta comuna amb farina de soja i farina de peix com a fonts de proteïna principals (per veure'n la composició completa anar a la taula 14).

### 3.2.2. Experiment 2

Setanta garrins híbrids de línia paterna Pietran x Large White i com a reproductores llavors línia ((Large White x Duroc) x Landrace), deslletats als 21 dies d'edat i amb un pes aproximat de  $5.60 \pm 0.140$  kg van ser utilitzats per tal d'avaluar la dieta experimental amb DEYP com a ingredient principal respecte la dieta control amb SDPP, en una prova, de 21 dies de durada. Els garrins van ser distribuïts en 6 corrals i agrupats per pesos, amb 13 porcs en quatre dels corrals i 9 porcs en els dos corrals restants, en un disseny completament aleatori disposat per blocs de pes, amb tres rèpliques per cada tractament. Es van allotjar en un ambient controlat, amb una temperatura inicial de 28°C i reduïda gradualment 2°C per setmana. El garrins van tenir accés a aigua i menjar *ad libitum*. A l'inici de la prova se'ls va assignar de manera completament aleatòria un dels dos tractaments: (1) Dieta control amb un 3% de SDPP; (2) Dieta experimental amb un 4.38% de DEYP i van ser subministrades durant un període de 21 dies. Aquesta darrera dieta va ser elaborada amb un suplement de DEYP junt amb altres ingredients i un procés la finalitat dels quals va ser la de reduir la duresa del grànul. Les dues dietes es van formular per a contenir aproximadament un 19% de proteïna bruta, un 1.6% de lisina, un 0.6% de metionina (per veure'n la composició completa anar a la taula 12).

### **3.3.ALLOTJAMENT**

Ambdós experiments es van realitzar en el mateix recinte. Cada grup es va allotjar en una corral de 2x2.5x1.5, amb slat total de ferro. Cada corral va disposar d'una menjadora i un abeurador de cassoleta amb aigua subministrada de la xarxa pública.



**Figura 3. Recinte en el qual es van portar a terme ambdós experiments.**

### **3.4.DIETES**

Les dietes subministrades durant la fase 1 de l'experiment 1 i en l'experiment 2, de format granular, es van elaborar a base de cereals, amb SDPP (Dieta control) o DEYP (Dieta experimental) com a font de proteïna principal. Aquestes es van assignar a cada experiment de manera completament aleatòria i van ser subministrades per un període de 21 dies (Fase 1). La dieta amb SDPP subministrada va ser la mateixa per ambdós experiments mentre que la dieta amb DEYP subministrada en l'experiment 2 va ser elaborada per tal de reduir la duresa del grànul respecte la subministrada en l'experiment 1 i igualant la de la dieta amb SDPP. Les dureses corresponents van ser de 3 kg per la dieta amb DEYP subministrada en l'experiment 1 i de 1 kg per la dieta amb SDPP i DEYP, aquesta última subministrada en l'experiment 2.

En l'experiment 1, un cop finalitzada la fase 1, se'ls va subministrar una dieta comuna també de format granular i elaborada a base de cereals, amb farina de soja i farina de peix com a font de proteïna principals, durant un període de 14 dies (Fase 2).

A continuació, es mostra la composició en ingredients i nutrients principals de les dietes subministrades durant la fase 1 de l'experiment 1 i en l'experiment 2 (Taula 12) així com el seu contingut energètic (Taula 14). La composició de la dieta subministrada durant la fase 2 de l'experiment 1 apareix a la taula 13. Per veure la composició i concentració en nutrients completa de les dietes així com el contingut aminoacídic, anar a l'apartat 6.1 de l'annex (Taules 26, 27, 28 i 29).

**Taula 12. Composició d'ingredients i constituents analítics principals de les dietes subministrades durant la fase 1 de l'experiment 1 i en l'experiment 2.**

	Experiment 1		Experiment 2	
	SDPP	DEYP	SDPP	DEYP
<b>Composició d'ingredients (%)</b>				
Plasma 80% PB	3.000	-	3.000	-
Farina d'ou desengrassada	-	4.000	-	4.380
Blat de moro	27.60	35.79	27.60	23.63
Blat de moro extrusionat	25.01	19.99	25.01	25.00
Ordi	5.000	5.000	5.000	6.250
Blat	5.000	5.000	5.000	6.250
Sèrum de llet	20.00	12.49	20.00	21.25
Lactosa	-	7.550	-	0.930
Concentrat de proteïna de soja	3.600	4.500	3.600	7.000
Farina de peix	5.000	-	5.000	-
Oli de soja	1.520	1.010	1.520	0.630
<b>Constituents analítics (%)</b>				
Proteïna bruta	18.87	18.93	18.87	18.87
Sucres	14.99	14.60	14.99	15.13
Midó	34.49	36.42	34.49	34.00
Lisina	1.598	1.604	1.598	1.615

**Taula 13. Contingut energètic de les dietes subministrades durant la fase 1 de l'experiment 1 i en l'experiment 2.**

	Experiment 1		Experiment 2	
	SDPP	DEYP	SDPP	DEYP
<b>Composició energètica (Kcal/kg)</b>				
E. Digestible	3542	3582	3776	3649
E. Metabolitzable	3374	3406	3374	3480
E. Neta	2613	2628	2613	2641

**Taula 14. Composició d'ingredients i constituents analítics principals de la dieta subministrades durant la fase 2 de l'experiment 1.**

<b>Composició en matèries primeres (%)</b>	
Blat de moro	32.00
Blat	20.00
Ordi	17.31
Soja	11.63
Sèrum de llet	9.680
Farina de peix	4.000
Oli de soja	2.040
<b>Constituents analítics (%)</b>	
Proteïna bruta	18.14
Lisina	1.517
<b>Composició energètica (Kcal/kg)</b>	
Digestible	3462
Metabolitzable	3301
Neta	2450

### 3.5. DETERMINACIONS



Es va portar un control dels garrins mitjançant pesades setmanals, realitzades el mateix dia i hora i amb una balança de precisió de  $\pm 0.2$  quilos per tal de determinar: (a) el creixement diari (GMD; Guany Mig Diari), (b) el consum diari (CMD; Consum Mig Diari) i (c) l'índex de conversió (IC; Índex de Conversió), el qual defineix la relació consum:guany (C:G).

**Figura 4. Balança emprada per a la realització de les pesades.**

Per a l'experiment 1, el dia 4/11/05 es va realitzar la distribució dels garrins per corrals. Seguidament, a les 10.00h, es van pesar conjuntament els garrins de cada corral, així com el pes de la menjadora corresponent. Es va repetir la mateixa experiència els dies 7 (11/11/05), 14 (18/11/05) i 21 (25/11/05) a la mateixa hora i es donà per finalitzada la primera fase. Per a la segona fase, es van realitzar les citades pesades els dies 28 (2/12/05) i 35 (9/12/05) a la mateixa hora.

Per a l'experiment 2, el dia 16/12/05 es va realitzar la distribució dels garrins per corrals i es va procedir de la mateixa manera que en l'experiment 1. Es va repetir la mateixa experiència, amb la realització les corresponents pesades els dies 0 (16/12/05), 7 (23/12/05), 14 (30/12/05) i 20 (5/01/06).



### **3.6. ANÀLISI ESTADÍSTIC**

La unitat experimental considerada va ser el corral. Pels dos experiments, les dades es van analitzar com a un disseny complet, amb blocs assignats a l'atzar a dos tractaments. Es va realitzar un anàlisi de la variança per les variables GMD, CMD i IC. Així mateix es va fer un test Tukey per la separació de mitjanes. El nivell de significància estadística prefixat va ser del 5% ( $P < 0.05$ ).

## 4. RESULTATS

### 4.1. EXPERIMENT 1

El pes, així com els valors de CMD, GMD i IC obtinguts en l'experiment 1 es mostren a continuació.

Es van produir un 3.1% de baixes en el transcurs de la segona fase, totes en el tractament amb SDPP. Es va descartar un possible mal estat de la dieta subministrada. Els anàlisis realitzats per tal de determinar-ho es poden consultar a l'apartat 6.2 de l'annex.

**Taula 15. Pes viu dels garrins per tractament (expressat en kg), en cada període de l'experiment 1.**

PES				
Període	Mitjana del tractament		Error típic	p-valor
	DEYP	SDPP		
<b>Inici</b>	7,33	7,30	0,406	<i>0,954</i>
<b>7 dies</b>	7,92	8,11	0,380	<i>0,744</i>
<b>14 dies</b>	9,19	9,75	0,440	<i>0,392</i>
<b>21 dies</b>	11,06	12,09	0,555	<i>0,225</i>
<b>28 dies</b>	13,23	14,53	0,712	<i>0,232</i>
<b>35 dies</b>	16,46	17,52	0,753	<i>0,350</i>

La mitjana de pes va ser major en aquells garrins sota el tractament amb SDPP en tots els períodes. Aquesta diferència es va anar incrementant fins arribar a una diferència màxima d'1.30 kg el dia 28, sempre però sense que es mostressin diferències significatives entre tractaments. La última setmana es va observar una lleugera recuperació del DEYP, amb una diferència aproximada d'1 kg, tot i que tampoc va ser significativa.

**Taula 16. Consum diari dels garrins per tractament (CMD; expressat en g/garrí i dia), en cada període de l'experiment 1.**

CONSUM				
Període	Mitjana del tractament		Error típic	p-valor
	DEYP	SDPP		
<b>0-7 dies</b>	131	141	7,9	0,404
<b>7-14 dies</b>	243	289	13,2	0,040
<b>14-21 dies</b>	352	414	19,4	0,052
<b>0-14 dies</b>	187	215	9,8	0,080
<b>0-21 dies</b>	242	281	12,6	0,058
<b>21-28 dies</b>	416	465	23,2	0,175
<b>28-35 dies</b>	559	571	29,8	0,787
<b>21-35 dies</b>	488	518	23,9	0,395
<b>0-35 dies</b>	340	376	16,0	0,154

El consum va ser major en tots els períodes en aquells garrins sota el tractament amb SDPP. Tot i això, substituir l'SDPP de la dieta control per DEYP no va produir efectes significatius en el consum la primera setmana. Contràriament, si que es van trobar diferències significatives la segona i tercera setmanes ( $P < .05$ ). La diferència màxima observada en el consum va ser de 62g/garrí i dia la tercera setmana, a favor del tractament amb SDPP. Considerant la totalitat de la fase 1 (0-21 dies), el consum va ser inferior en aquells garrins alimentats amb DEYP ( $P=0.058$ ) amb una diferència respecte l'SDPP de 39 g/dia i garrí.

A la segona fase, no es van observar diferències significatives entre tractaments. Tot i això, les diferències de consum es van veure reduïdes, assolint un mínim en el període de 28-35 dies de 12g/dia i garrí, a favor encara però de l'SDPP.

Considerant la totalitat de la prova, el consum amb DEYP va ser aproximadament un 10% inferior al dels garrins alimentats amb SDPP.

**Taula 17. Creixement diari dels garrins per tractament (GMD; expressat en g/garrí i dia), per cada període de l'experiment 1.**

CREIXEMENT				
Període	Mitjana dels tractament		Error típic	p-valor
	DEYP	SDPP		
<b>0-7 dies</b>	85	116	12,1	<i>0,109</i>
<b>7-14 dies</b>	181	236	10,7	<i>0,007</i>
<b>14-21 dies</b>	267	334	19,2	<i>0,039</i>
<b>0-14 dies</b>	133	176	8,4	<i>0,007</i>
<b>0-21 dies</b>	178	228	11,0	<i>0,011</i>
<b>21-28 dies</b>	311	349	26,5	<i>0,334</i>
<b>28-35 dies</b>	461	426	28,8	<i>0,420</i>
<b>21-35 dies</b>	386	388	21,5	<i>0,951</i>
<b>0-35 dies</b>	261	292	12,0	<i>0,103</i>

Des de l'inici de l'experiment, en el que es refereix al creixement, la tendència observada ( $P=0.109$ ) va ser superior amb SDPP. Posteriorment, a la segona setmana, ja es van obtenir creixements molt superiors ( $P<.001$ ) amb el tractament amb SDPP, així com la tercera setmana (14-21 dies), en la qual el tractament també va produir efectes ( $P<.05$ ), amb diferències de creixement màximes respecte la resta de períodes, concretament 67 g/dia i dia a favor de l'SDPP. Considerant el global de la fase 1 (0-21 dies), el creixement amb DEYP va ser 50 g inferior a la dieta control.

Un cop alimentats amb una dieta comuna, es va observar una lleugera recuperació del DEYP respecte l'SDPP. En el període dels 28 als 35 dies, el creixement va ser superior en aquells garrins prèviament alimentats amb DEYP, tot i que les diferències no van ser significatives.

Considerant el global de la prova, la tendència ( $P=0.103$ ) va ser a favor dels garrins sota el tractament amb SDPP.

**Taula 18. Valors de conversió per tractament (IC), en cada període de l'experiment 1.**

<b>ÍNDEX DE CONVERSIÓ</b>				
<b>Període</b>	<b>Mitjana dels tractament</b>		<b>Error típic</b>	<b>p-valor</b>
	<b>DEYP</b>	<b>SDPP</b>		
<b>0-7 dies</b>	1,63	1,28	0,166	<i>0,169</i>
<b>7-14 dies</b>	1,35	1,23	0,034	<i>0,029</i>
<b>14-21 dies</b>	1,32	1,25	0,034	<i>0,154</i>
<b>0-14 dies</b>	1,42	1,23	0,067	<i>0,011</i>
<b>0-21 dies</b>	1,37	1,23	0,060	<i>0,009</i>
<b>21-28 dies</b>	1,35	1,36	0,040	<i>0,917</i>
<b>28-35 dies</b>	1,22	1,35	0,028	<i>0,143</i>
<b>21-35 dies</b>	1,27	1,34	0,040	<i>0,197</i>
<b>0-35 dies</b>	1,31	1,29	0,024	<i>0,616</i>

Considerant l'índex de conversió, la superioritat de l'SDPP ( $P < .05$ ) es va mostrar la segona setmana de l'experiment, amb valors de IC inferiors. No es van trobar diferències significatives la primera ni la tercera setmanes, tot i que la tendència observada va ser a favor de l'SDPP. Considerant el període de 0-21 dies, els valors d'eficiència obtinguts amb DEYP van ser clarament superiors ( $P < .001$ ).

Un cop a la segona fase i alimentats amb una dieta comuna, no es van observar diferències significatives en la relació consum:guany (C:G) en cap dels períodes. Es va observar però una lleugera recuperació del DEYP respecte l'SDPP, obtenint valors de conversió inferiors amb DEYP per ambdós períodes d'aquesta fase.

Considerant el global de l'experiment, les diferències obtingudes pel paràmetre IC van ser molt poc significatives entre tractaments, amb valors de relació C:G de 1.31 i 1.29 pel DEYP i l'SDPP respectivament.

## 4.2. EXPERIMENT 2

El pes, així com els valors de CMD, GMD i IC obtinguts en l'experiment 2 es mostren a continuació.

Cal remarcar que a l'inici de l'experiment van aparèixer problemes de tipus entèric en els garrins. Es van produir un 2.9% de baixes totes en el tractament amb SDPP. Es va descartar un possible mal estat de la dieta subministrada. Els anàlisis realitzats per tal de determinar-ho es poden consultar a l'apartat 6.2 de l'annex.

**Taula 19. Pes viu dels garrins per tractament (expressat en kg) en cada període de l'experiment 2.**

PES				
Període	Mitjana dels tractament		Error típic	p-valor
	DEYP	SDPP		
<b>Inici</b>	5,59	5,61	0,905	0,985
<b>7 dies</b>	5,84	5,70	0,955	0,925
<b>14 dies</b>	6,50	6,93	1,182	0,807
<b>21 dies</b>	8,55	9,02	1,486	0,836

La mitjana de pes va ser major en aquells garrins sota el tractament amb SPDD en tots els períodes exceptuant l'inici de l'experiment. De totes maneres, no es van observar diferències significatives en cap dels períodes. Tot i que a l'inici de la prova es va partir de pesos pràcticament equivalents ( $P > 0.95$ ), al finalitzar la prova es va observar una diferència màxima respecte la resta de períodes de 470 grams a favor de l'SDPP.

**Taula 20. Consum diari dels garrins per tractament (CMD; expressat en g/dia i garri), per cada període de l'experiment 2.**

CONSUM				
Període	Mitjana dels tractament		Error típic	p-valor
	DEYP	SDPP		
<b>0-7 dies</b>	83	79	12,8	<i>0,835</i>
<b>7-14 dies</b>	155	217	34,6	<i>0,270</i>
<b>14-21 dies</b>	328	335	50,4	<i>0,920</i>
<b>0-14 dies</b>	119	148	23,2	<i>0,423</i>
<b>0-21 dies</b>	189	206	32,9	<i>0,723</i>

El consum va ser inferior en aquells garrins alimentats amb DEYP per a la totalitat de l'experiment, a excepció de la primera setmana, en la qual es va observar un consum lleugerament inferior en aquells garrins alimentats amb SDPP, en comparació amb el DEYP. Durant el període de 7-14 dies es va registrar una diferència màxima de 62 grams a favor de l'SDPP, mentre que a la tercera setmana els consum va ser pràcticament el mateix per ambdós tractaments ( $P > 0.9$ ). De totes maneres cap dels períodes va presentar diferències significatives.

Pel global de la prova, el consum va ser lleugerament superior (de 17 grams) amb SDPP i no es van produir efectes del tractament.

**Taula 21. Creixement diari dels garrins per tractament (GMD; expressat en g/garrí i dia), per cada període de l'experiment 2.**

CREIXEMENT				
Període	Mitjana dels tractament		Error típic	p-valor
	DEYP	SDPP		
<b>*0-7 dies</b>	36	21	7,5 <sub>DEYP</sub> /9,2 <sub>SDPP</sub>	0,303
<b>7-14 dies</b>	94	175	37,3	0,196
<b>14-21 dies</b>	294	298	50,3	0,958
<b>0-14 dies</b>	65	94	21,2	0,383
<b>0-21 dies</b>	141	161	30,3 <sub>DEYP</sub> /42,2 <sub>SDPP</sub>	0,652

\*Els càlculs del període de 0-7 dies es van realitzar sense tenir en compte el creixement obtingut en un dels blocs del tractament amb SDPP a causa de les baixes produïdes.

De la mateixa manera que es va produir en els paràmetres de pes i consum, el creixement va ser superior per a tots els períodes en aquells garrins alimentats amb SDPP, exceptuant el primer període, en el qual el creixement registrat va ser inferior. En cap dels períodes però es van observar diferències significatives com tampoc considerant la totalitat de l'experiment. El creixement a la tercera setmana va ser pràcticament el mateix per ambdós tractaments. La màxima diferència es va produir la segona setmana, en la qual el creixement amb SDPP va quasi doblar al del DEYP.

Pel global de la prova, els guanys amb DEYP van ser un 12% inferior a l'observat amb SDPP.



**Taula 22. Valors de conversió per tractament (IC), per cada període de l'experiment 2.**

<b>ÍNDIX DE CONVERSIÓ</b>				
<b>Període</b>	<b>Mitjana dels tractament</b>		<b>Error típic</b>	<b>p-valor</b>
	<b>DEYP</b>	<b>SDPP</b>		
<b>*0-7 dies</b>	2,65	4,33	0,558 <sub>DEYP</sub> /0,683 <sub>SDPP</sub>	<i>0,153</i>
<b>7-14 dies</b>	2,51	1,26	0,784	<i>0,320</i>
<b>14-21 dies</b>	1,12	1,14	0,061	<i>0,800</i>
<b>0-14 dies</b>	2,44	1,59	0,634	<i>0,400</i>
<b>0-21 dies</b>	1,39	1,29	0,133	<i>0,614</i>

\*Els càlculs del període de 0-7 dies es van realitzar sense tenir en compte el creixement obtingut en un dels blocs del tractament amb SDPP a causa de les baixes produïdes.

L'eficiència va ser superior en aquells garrins alimentats amb DEYP en tots els períodes, exceptuant la primera setmana, en la qual es va observar la tendència oposada. De totes maneres, no es van produir diferències significatives en cap dels períodes, amb una última setmana amb valors de conversió pràcticament equivalents per ambdós tractaments. Considerant el global de l'experiment tampoc es van observar diferències significatives, amb valors de conversió lleugerament inferiors per l'SDPP.

## 5. DISCUSSIÓ

### 5.1. DISCUSSIÓ DES D'UN PUNT DE VISTA PRODUCTIU

En la primera fase de l'experiment 1 (0-21 dies), es va observar una clara superioritat de l'SDPP enfront el DEYP, sobretot la segona i tercera setmanes, amb valors de creixement i consum superiors i inferiors de conversió. La primera setmana, tot i que la tendència va ser a favor de l'SDPP, no es van observar diferències significatives. Aquest fet entra en contradicció amb la majoria d'experiments (Kats *et al.*, 1994; Bikker *et al.*, 2001) en els quals, els millors resultats amb SDPP s'observaren sobretot la primera i la segona setmanes. Van Dijk, va realitzar un experiment l'any 2001 amb garrins desmamats a la mateixa edat que en el present experiment, per tal de determinar possibles interaccions entre l'SDAP i els AMGP (AntiMicrobial Growth Promoter). També va observar una certa depressió de l'SDPP en els rendiments la primera setmana en relació amb altres experiments i ho va atribuir a les altes condicions higièniques de les instal·lacions, així com a la bona dieta alternativa. De totes maneres, si es considera el període de 0-14 dies en conjunt, s'observen efectes del tractament en els paràmetres de consum i conversió ( $P < .05$ ) i sobretot creixement ( $P < .01$ ), pel que la superioritat de l'SDPP va ser també significativa les dues primeres setmanes. Es creu doncs, que la causa per la qual no es van trobar diferències significatives la primera setmana en el present experiment, podria ser una mida de la mostra insuficient.

La majoria d'estudis comparatius de l'SDPP amb altres fonts de proteïna, tot i no veure compromès el rendiment global, van observar depressions en el rendiment amb plasma a partir de la segona setmana (Coffey and Cromwell, 1995; Grinstead *et al.*, 2000). En el present estudi però, no es van observar diferències significatives al respecte fins finalitzada la tercera setmana de l'experiment i un cop es va subministrar la dieta comuna. Nessmith, en un experiment realitzat l'any 1997 i posteriorment Bikker, al 2001, van atribuir aquesta depressió dels rendiments amb plasma a partir de la segona

setmana a una certa caiguda del consum. Els valors de CMD del present experiment no van mostrar aquesta tendència, possible causa del manteniment de les diferències entre tractaments, sempre i quan el mecanisme atribuït a l'SDPP sigui la seva palatabilitat.

Si es considera el global de la fase 1, els rendiments van ser superiors amb SDPP, amb valors diferents significativament per a tots els paràmetres (CMD,  $p$ -valor=0.058; GMD,  $p$ -valor<.015; IC,  $p$ -valor<.01). El mateix van observar James *et al.*, 1999 i Schmidt *et al.*, 2003, els quals van obtenir rendiments superiors amb SDPP en comparació amb subproductes de l'ou; SDWE (Spray Dried Whole Egg) i SDTA (Spray Dried Technical Albumen), subministrats durant un període de dues i tres setmanes respectivament. Per contra, Harmon *et al.*, 2000, no va trobar diferències significatives en un experiment amb SDE (Spray Dried Egg), pel que va determinar que els subproductes de l'ou proporcionaven una eficiència igual a l'SDPP. En aquest experiment però, la part lipídica del rovell no va ser eliminada i el suplement energètic no va ser considerat.

Part de la responsabilitat dels baixos rendiments obtinguts amb els subproductes de l'ou en comparació a l'SDPP, s'ha atribuït als efectes produïts pels inhibidors de la tripsina (TIA), així com altres factors antinutritius continguts en la clara (Schmidt *et al.*, 2001). Aquesta hipòtesis però, es va posar en dubte, al comprovar que les digestibilitats aminoacídiques ileals i aparents eren majors en la dieta amb subproductes de l'ou en relació al plasma (Schmidt *et al.*, 2001). Tot i que el DEYP està lliure d'aquests factors antinutritius, els resultats obtinguts en comparació amb dietes amb altres subproductes de l'ou van ser força semblants. Aquest fet doncs, descartaria la hipòtesis dels TIA com a responsables dels pitjors rendiments obtinguts amb els subproductes de l'ou o almenys, n'indicaria la implicació d'altres factors que podrien ser també la causa de la depressió dels rendiments obtinguts amb DEYP en comparació amb SDPP.

Un dels factors positius considerats a l'hora d'incloure subproductes de l'ou sencer o de la clara, va ser la fracció en lisosoma continguda en la part de l'albumen i a la qual se li atribueixen propietats bactericides. Per això, va veure's com a un possible substitut de la funció desenvolupada per les immunoglobulines del plasma (Schmidt *et al.*, 2001). Tot i això, els resultats obtinguts en el citat experiment i el nostre van ser força semblants, el que posa en dubte aquesta hipòtesis.

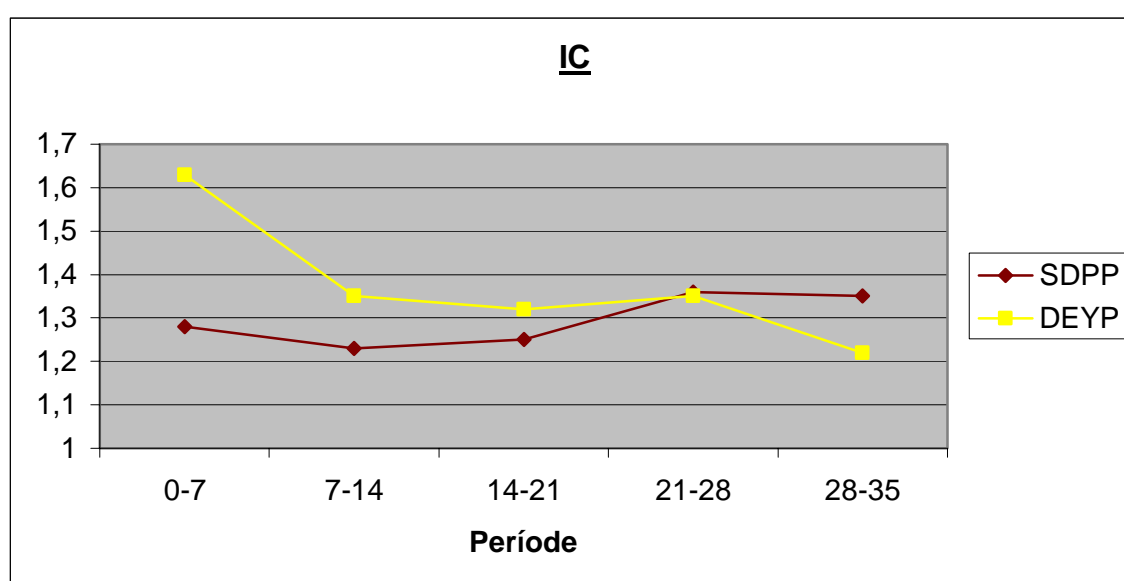
**Taula 23. Taula comparativa dels rendiments (IC) obtinguts en el present experiment i altres estudis amb SDPP i subproductes de l'ou com a font de proteïna per un període dels 0 als 21 dies.**

Experiment	SDPP	DEYP
Present estudi	1.20	1.40
*Schmidt et al., 2003	1.23	1.37

\*Experiment realitzat amb SDTA (Spray Dried Technical Albumen) com a subproducte de l'ou, amb inclusions de SDTA i SDPP superiors, d'un 7%, però amb dietes amb un contingut en nutrients equivalent. L'edat de desmamament va ser de  $17 \pm 1$  dia.

Un cop subministrada una dieta comuna i extret l'SDPP de la dieta (Fase 2), es va produir una certa depressió dels rendiments en aquells garrins prèviament alimentats amb SDPP. El mateix van trobar altres estudis comparatius del plasma amb altres fonts de proteïna com concentrats de proteïna de soja (Morillo *et al.*, 2003), concentrats de proteïnes solubles de la llet (Grinstead *et al.*, 2000), llet desnatada (Hansen *et al.*, 1993; Coffey and Cromwell, 2001), caseïna (Bosi *et al.*, 2001), SDTA (Spray Dried Technical Albumen) (Schmidt *et al.*, 2003) o SWDE (Spray Dried Whole Egg) (James *et al.*, 1999). Les causes atribuïdes a aquest fet són varies i s'acostumen a relacionar al mecanisme d'acció atribuït a l'SDPP. En un experiment realitzat l'any 2003, Schmidt ho va atribuir al fet de que, al retirar el plasma de la dieta i eliminar així el subministrament d'immunoglobulines, els garrins activen la resposta immunològica, el que consumeix energia i deprimeix els rendiments. També al respecte, Kats *et al.*, 1994 va dir que un cop l'SDPP és extret de la dieta ja no es poden produir millores, a l'assolir rendiments màxims quan l'SDPP és subministrat, mentre que altres ho han atribuït a l'alteració del metabolisme que es creu que provoquen rendiments tan elevats al principi amb SDPP, fet que incrementa els requeriments de nutrients les posteriors setmanes. Aquesta lleugera depressió observada en els rendiments amb SDPP un cop retirat de la dieta va provocar, en el present experiment, un apropament gradual dels valors de relació consum:guany a partir de la tercera setmana de l'experiment i amb una marcada

tendència ( $P < 0.15$ ) la última setmana, a obtenir conversions inferiors en els garrins prèviament alimentats amb DEYP (veure el gràfic 1). En acord amb Schmidt *et al.*, 2003, aquest fet va permetre que les diferències observades dels valors de conversió entre tractaments fossin poc significatives un cop considerat el global de l'experiment, mentre que en altres estudis, els avantatges proporcionats durant les dues primeres setmanes es van mantenir per el total de l'experiment (Kats *et al.*, 1994; Coffey and Cromwell, 1995).



**Gràfic 1. Representació dels valors de IC obtinguts a l'experiment 1 per ambdós tractaments.**

També en aquest període (Fase 2), es van produir un 3.1% de baixes, totes en el tractament amb SDPP. Suposant l'aparició d'una possible infecció no manifestada durant la primera fase de l'experiment, els garrins alimentats amb DEYP haurien destinat part de l'energia consumida a activar la resposta immunitària i a vèncer la infecció. Williams *et al.*, 1997, va veure que minimitzar l'activació crònica del sistema immunològic dels garrins, incrementava l'eficàcia de la utilització de l'energia, pel que els rendiments amb DEYP s'haurien vist afectats la primera fase de l'experiment. Altrament, les immunoglobulines contingudes en el plasma (IgG), haurien exercit com a

protectores a nivell de la mucosa intestinal, evitant així l'aparició de possibles infeccions (Coffey and Cromwell, 1995; Bosi *et al.*, 2004). De totes maneres, les IgG només porten a terme un efecte barrera, sense eliminar la microbiota patògena. Un cop doncs les immunoglobulines G van ser extretes de la dieta el dia 21, s'hauria eliminat aquest efecte protector, raó per la qual els animals haurien contret la malaltia. Aquesta problemàtica podria ser una de les causes de la inferioritat dels rendiments observats amb DEYP respecte l'SDPP, sobretot les dues primeres setmanes de l'experiment. De totes maneres però, es deixa tan sols com a hipòtesis, la qual es podrà analitzar a continuació, a partir dels resultats obtinguts a l'experiment 2.

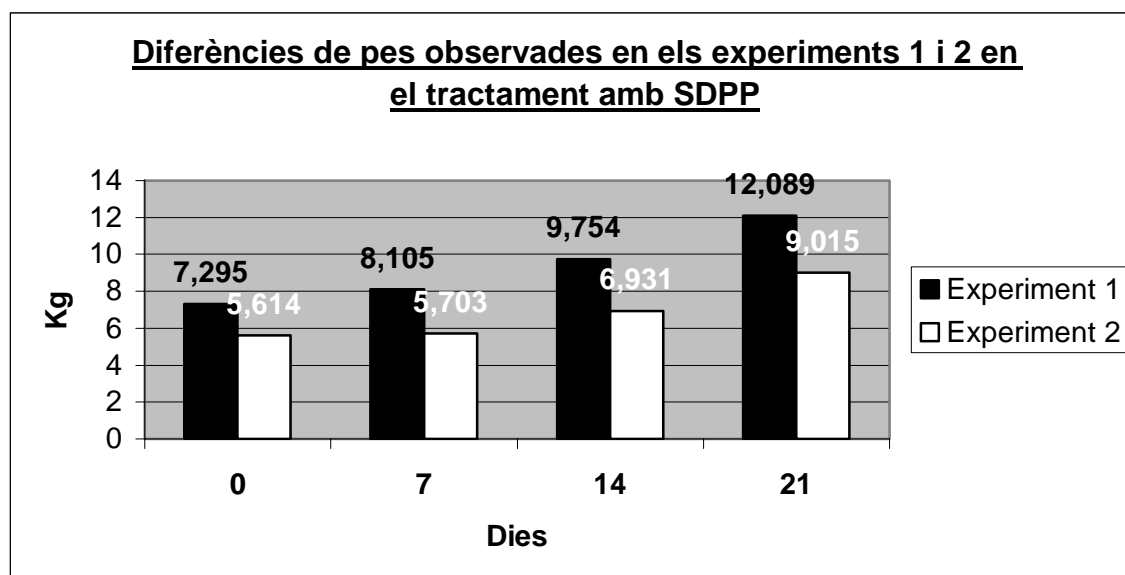
La tendència observada pels valors de conversió, així com de creixement i consum la primera setmana de l'experiment 2, va ser a favor del DEYP, període en el qual van aparèixer problemes de tipus entèric en els garrins. De totes maneres, la recuperació amb SDPP es va produir molt ràpidament, obtenint la segona setmana, consums superiors i creixements pràcticament doblats respecte el DEYP, que tot i no produir diferències significatives, van ser força notables en relació a les diferències observades a la resta de períodes.

Considerant la última setmana de l'experiment, es van registrar valors de consum i creixement pràcticament equivalents entre tractaments ( $P>0.9$ ), amb conversions pel DEYP lleugerament inferiors a l'SDPP. Es va observar doncs una clara depressió dels rendiments amb plasma la tercera setmana i que, com ja s'ha comentat, a l'experiment 1 no es van produir, al registrar-se valors de GMD, CMD i IC per l'SDPP significativament superiors a la dieta experimental ( $P<0.05$ ).

Com ja s'ha mencionat, la majoria d'autors que van realitzar estudis comparatius amb plasma, van trobar una certa depressió dels rendiments amb SDPP la tercera setmana de l'experiment. De totes maneres, en cap va ser tan marcada com la trobada en l'experiment 2 del present estudi i fins i tot alguns, van observar que aquesta depressió amb SDPP, no afectava el rendiment global final (Kats *et al.*, 1994; Coffey and Cromwell, 1995).

Cal tenir present però, que els problemes presentats la primera setmana, van produir un retard en el desenvolupament digestiu i immunitari del garrí, no recuperable en el

transcurs de l'experiment. Argenti et al., 1996, va veure la necessitat d'aprofitar les primeres dues setmanes post-desmamament, període en el qual el garrí presenta una major capacitat de deposició proteica (referit a increments de pes diaris per unitat de massa corporal). A més edat, l'eficiència es veu reduïda i menys energia consumida és convertida en múscul. Això, s'observa en el present experiment, si es comparen els valors de pes obtinguts per ambdues proves realitzades durant el període de 0-21 dies, tenint en compte que la dieta amb SDPP subministrada va ser la mateixa (veure gràfic 2 i 3). Tot i que en l'experiment 2, la tercera setmana es va observar una recuperació en els valors de consum i creixement respecte l'experiment 1, els pesos assolits el 21è dia van ser encara força inferiors, amb diferències aproximades d'uns tres quilos. La inferioritat dels valors de IC registrats la tercera setmana de l'experiment 2 respecte l'experiment 1 indiquen també un cert retard en el metabolisme dels garrins ja que, just després del desmamament, l'increment de pes diari per unitat de massa corporal és màxima i va disminuint progressivament en el transcurs de les següents setmanes (Huo *et al.*, 2003). Això queda reflectit amb un increment dels valors de IC en els períodes posteriors.



**Gràfic 2. Comparació dels pesos observats per a les dietes amb SDPP subministrades a l'experiment 1 i l'experiment 2.**

**Taula 24. Increments de pes observats (en %) respecte el període anterior, en les dietes amb SDPP en ambdós experiments.**

* $\Delta$ pes (%)	Pes 7	Pes 14	Pes 21
<b>Experiment 1</b>	11.10	20.35	23.94
<b>Experiment 2</b>	1.590	21.53	30.07

\*Expressat en % d'increment de pes respecte el període anterior.

S'ha de tenir en compte però, la diferència de pes dels garrins a l'inici de la prova entre els dos experiments; 7.3 kg de mitjana per l'experiment 1 i 5.6 kg per l'experiment 2; desmamats als 26 i 21 dies respectivament i que podria haver contribuït a les diferències observades entre els dos experiments. Tot i això, Dritz *et al.*, 1996, en un estudi realitzat per tal de determinar la influència de l'edat de desmamament i la complexitat de la dieta en el rendiment dels garrins, va veure que a igualtat de salut, l'edat de desmamament no produïa diferències en el pes final de sacrifici. Acceptant aquest fet com a cert doncs, un dels factors responsables de les diferències observades entre els dos experiments, serien els problemes entèrics presentats a l'inici de l'experiment 2.

Una altre de les qüestions a tenir en compte, és la disminució de la duresa del grànul utilitzada en la dieta amb DEYP, subministrada durant l'experiment 2, amb l'objectiu de potenciar el consum. La majoria d'autors, assenyalen la palatabilitat com a mecanisme dels bons resultats obtinguts amb plasma, la qual afavoreix el consum (Kats *et al.*, 1994; Grinstead *et al.*, 2000). Aquest, representa un paràmetre clau en garrins acabats de desmamar, els quals, posseeixen un aparell digestiu i immunitari molt poc desenvolupat. Un elevat consum des de l'inici del desmamament, afavoreix un ràpida recuperació de l'aparell digestiu, reduint-ne el temps en estat d'atròfia (Weser, 1979; Kasarov and Diamond; 1987), alhora que proporciona una millor resposta immunitària enfront l'entrada de possibles patògens.

Prenent la hipòtesis anterior com a certa, la clau residiria doncs en subministrar als garrins una dieta palatable que afavorís el consum. Com ja s'ha explicat, l'SDPP com a



ingredient ja compleix aquest requisit. Quan no es disposa d'un ingredient palatable pels garrins, com és el cas del DEYP, és necessari buscar altres mecanismes que potenciïn la ingestió de pinso. Se sap que la duresa del grànul assolida en el procés de fabricació influeix en aquest aspecte. Una menor duresa afavoreix el consum, mentre que a major duresa aquest es deprimeix (Steidinger *et al.*, 2000). És per això, que la dieta amb DEYP de l'experiment 2, es va formular amb una combinació d'ingredients i un petit suplement de DEYP, els quals van afavorir el procés de fabricació d'un pinso de menor duresa que el subministrat en l'experiment 1 i que no va comportar diferències en la composició energètica i aminoacídica.

Si es comparen els valors de consum per els dos experiments, les dues primeres setmanes, es veu que, a diferència de l'experiment 1, a l'experiment 2 no es van observar diferències significatives en cap dels períodes. No es pot assegurar però si part de la responsabilitat, és atribuïble a la dieta subministrada o simplement va ser conseqüència dels problemes entèrics presentats pels garrins. De totes maneres, un cop assolida la tercera setmana, mentre en el primer experiment encara es va observar un efecte del tractament amb SDPP en els valors de consum, a l'experiment 2, les diferències entre tractaments van ser molt petites ( $P > 0.9$ ). En un principi, sembla que va ser aquesta setmana quan es va assolir la normalitat de la prova, gràcies a la recuperació d'ambdós tractaments dels problemes entèrics presentats. Mentre que pels alimentats amb SDPP s'hauria assolit la segona setmana, la dels garrins alimentats amb DEYP no s'hauria produït fins la tercera setmana. Sent així doncs, s'indicaria clarament un efecte positiu de la reducció de la duresa del grànul en el consum dels garrins alimentats amb DEYP. Altrament, aquestes semblances en el consum la tercera setmana, podrien ser degudes a la depressió que experimenten els rendiments amb SDPP un cop superada la segona setmana, tal i com s'ha trobat en altres estudis (Kats *et al.*, 1994; Coffey and Cromwell, 1995) però com ja s'ha esmentat, mai de forma tan marcada. És per això que els valors de consum observats, semblarien indicar que la reducció de la duresa del grànul hauria exercit un efecte en el consum dels garrins alimentats amb DEYP.

**Taula 25. Diferències (en %) del consum amb DEYP en comparació a l' SDPP per a l'experiment 1 i 2.**

Diferències (%)	Experiment 1	Experiment 2
0-7 dies	7.09	-5.06
7-14 dies	15.9	28.57
14-21 dies	14.98	2.09

De totes maneres, no es poden realitzar afirmacions en el que es refereix a aquest aspecte al no conèixer el mecanisme real de l'SDPP. No és possible saber amb certesa si els efectes positius del plasma trobats en el primer experiment, es van deure a un major consum per part dels garrins induït per la palatabilitat de l'SDPP o si per contra, altres factors van provocar un major creixement, el qual va comportar un increment en el consum. Sent la primera opció la certa, es podria pràcticament assegurar, que les diferències observades la tercera setmana entre els dos experiments (a l'experiment 1 encara es van trobar efectes del tractament en el consum mentre que a l'experiment 2 ja no), serien causades principalment gràcies a la reducció de la duresa del grànul de la dieta amb DEYP, la qual va potenciar el consum en relació a la dieta també amb DEYP subministrada a l'experiment 1. Altrament, les causes de les diferències trobades en aquest període entre experiments, serien altres factors segurament relacionats amb els problemes entèrics apareguts la primera setmana.

## **5.2.DISCUSSIÓ DES D'UN PUNT DE VISTA ECONÒMIC**

Fins ara, tan sols s'han considerat les dues fonts de proteïna des d'un punt de vista productiu. Per tal de realitzar una valoració completa, es va considerar també l'aspecte econòmic, el qual va permetre avaluar la rendibilitat de cada tractament associant-ho posteriorment a la seva productivitat.

En l'estudi econòmic realitzat, es van considerar les dues etapes, tan de transició com d'engreix. Ja s'ha comentat que la qualitat del pinso subministrat condiciona de forma directa el desenvolupament de l'etapa de desmamament, la qual té una incidència clara en el rendiment, tan econòmic com productiu, assolit en el període de l'engreix (Argenti *et al.*, 1996; Dritz *et al.*, 1996).

### 5.2.1. Valoració econòmica del període de transició

Primerament, a partir del creixement total assolit i juntament amb el cost total del pinso subministrat, es va calcular el cost del garrí per cada tractament, un cop finalitzada l'etapa de transició, per el període dels 0 als 35 dies, tal i com es mostra a continuació.

**Taula 26. Guany Mig Diari (GMD) i Guany Mig Total (GMT) observats durant la fase 1 (0-21 dies), la fase 2 (21-35 dies) i pel global de l'experiment (0-35 dies) en funció del tractament i expressats en kg.**

	GMD(0-21)	GMT(0-21)	GMD (21-35)	GMT (21-35)	GMT (0-35)
<b>SDPP</b>	0,228	4,79	0,388	5,43	10,22
<b>DEYP</b>	0,178	3,74	0,386	5,40	9,140

**Taula 27. Cost mig del pinso de transició subministrat per cada tractament.**

SDPP					
	CMD (kg)	CMT (kg)	PREU (€/kg)	COST TOTAL (€)	COST MIG (€/kg)
0-21	0,281	5,90	0,609	3,59	0,47
21-35	0,518	7,25	0,352	2,55	
DEYP					
	CMD (kg)	CMT (kg)	PREU (€/kg)	COST TOTAL (€)	COST MIG (€/kg)
0-21	0,242	5,082	0,517	2,63	0,42
21-35	0,488	6,832	0,352	2,40	

El creixement per al total de la prova, va ser lleugerament superior a un 1 kg per garrí en aquells alimentats amb SDPP durant la fase 1. Mentre que amb aquest tractament el creixement mig total assolit pel garrí va ser de 10.22 kg, amb DEYP va ser de 9.140 (veure taula 26).

Tenint en compte que tan el consum com el preu del pinso van ser majors amb SDPP, el cost mig del pinso, considerant les dues fases conjuntament de l'experiment (dels 0-21 dies i dels 21-35 dies) va ser de 0.05 €/kg superior en relació a la dieta amb DEYP (veure taula 27).

Seguidament, a partir del cost mig del pinso, es va obtenir el cost de cada quilo de garrí. Es va determinar així el cost de producció del garrí per cada tractament durant la fase de transició (veure taula 28).

**Taula 28. Cost del garrí.**

	<b>GMT (kg)</b>	<b>*COST/kg GARRI (€/kg)</b>	<b>COST DEL GARRÍ (€)</b>
<b>SDPP</b>	10,22	0,60	6,14
<b>DEYP</b>	9,140	0,55	5,03
<b>DIFERÈNCIES</b>	1,080	0,05	1,11

\*El cost per quilo de garrí s'obté multiplicant el cost mig del kg de pinso pels quilos totals consumits en les dues fases, tot dividit pel guany mig total.

Considerant el càlculs anteriors, se sap que el quilo de més de garrí obtingut amb plasma un cop finalitzada l'etapa de transició, suposa un cost addicional al DEYP d'aproximadament d'1 euro. Si el que es vol és vendre el garrí un cop finalitzada l'etapa de desmamament, resultarà doncs més rendible alimentar als garrins amb rovell d'ou com a font de proteïna.

De totes maneres, la venda del garrí en producció porcina d'una granja és poc usual i se sol continuar amb la producció a l'engreix; fase prèvia al sacrifici.

### **5.2.2. Valoració econòmica del període d'engreix**

Molts autors, assenyalen la importància d'assolir un pes el més alt possible un cop finalitzada l'etapa de transició, si el que es vol, és reduir els costos que representarà l'etapa d'engreix en el cost final de producció del porc. La raó principal és que iniciar aquesta etapa amb un porc de més pes (sense tenir en compte casos excepcionals), implica una reducció del cicle d'engreix de la granja.

Es va avaluar l'estalvi que va suposar, per a la fase d'engreix, el quilo suplementari obtingut pel garrí amb SDPP en relació a la utilització de DEYP.

Per a la realització dels càlculs, es va considerar una evolució dels garrins equivalent per ambdós tractaments durant aquesta fase. No es va tenir en compte doncs, que l'entrada a l'engreix amb un pes superior, acostuma a suposar un creixement del porc més ràpid que aquells que entren amb un pes menor, amb la consegüent reducció de costos que això comporta (Dritz et al., 1996).

La durada de l'etapa d'engreix considerada va ser de 115 dies (incloent un buit sanitari de 7 dies, necessari per permetre la següent entrada a l'engreix), amb un pes final assolit de 100 quilos i un índex de conversió de 2,3.

Primerament, es va determinar el temps addicional d'engreix amb DEYP necessari en relació al tractament amb plasma, per tal d'assolir un pes final de 100 kg.

**Taula 29. Relació de pesos entre els dos tractaments.**

	<b>Pes inici engreix (kg)</b>	<b>Pes final engreix (kg)</b>	<b>Δ Pes (kg)</b>
<b>SDPP</b>	17,52	100	82,48
<b>DEYP</b>	16,56	100	83,44
<b>Diferència (Kg)</b>	<b>0,96</b>		

Tenint en compte un temps d'engreix de 108 dies, els guanys mitjos diaris (GMD) amb el tractament amb SDPP, van ser de 0.764 kg/ dia. Amb aquest GMD, i tenint en compte que el pes addicional necessari amb DEYP va ser de 0.96 kg, el temps d'engreix suplementari amb DEYP per tal d'assolir un pes de 100 quilos un cop finalitzada l'etapa va ser de 1.26 dies (veure la taula 30).

El cost del pinso subministrat durant la fase d'engreix va ser de 0.221€/ kg i el preu considerat del porc va ser de 1.32 €/kg. Assumint un IC de 2.3, el consum mig diari (CMD) va ser de 1.757 kg/dia (CMD = IC x GMD).

Partint d'aquests valors, es van realitzar els càlculs corresponents per tal de determinar el cost que va suposar tenir els porcs en el local d'engreix 1,26 dies més. Es va tenir en compte que, un endarreriment del cicle, genera uns costos addicionals en el consum de pinso, així com una reducció de les ventes (veure la taula 30).

**Taula 30. Càlcul dels costos suplementaris per l'endarreriment del cicle d'engreix amb DEYP respecte l'SDPP.**

<b>Dies d'engreix</b>	<b>Dies de més</b>	<b>Cicles/any</b>	<b>Cicles perduts</b>	<b>Pèrdua en vendes per plaça i any(€)</b>	<b>Cost suplement pinso per plaça i any (€)</b>	<b>Cost total per plaça i any (€)</b>
115	0	3,174	0	0	0	0
116	1	3,147	0,027	-3,612	0,388	4,918
117	2	3,120	0,054	-7,162	0,777	7,939
<b>116,26</b>	<b>1,26</b>	<b>3,140</b>	<b>0,034</b>	<b>-4,530</b>	<b>0,488</b>	<b>5,018</b>

Els valors en negreta s'han obtingut per interpolació.

L'endarreriment del cicle, generat pel previ subministrament als garrins d'un pinso amb rovell d'ou enlloc de plasma, va comportar un increment dels costos anuals per plaça lleugerament superior als 5 euros.

Tot i que, per tal de simplificar els càlculs, tan sols es va tenir en compte l'estalvi generat per la reducció del cicle durant la fase d'engreix, gràcies al major pes assolit en l'etapa de transició, cal tenir en compte també altres factors que influeixen en el cost final de la producció porcina. Tot i que aquests són varis i complexes, existeixen uns costos de referència amb uns marges de variabilitat establerts per a cada factor, per tal d'aportar una idea de la seva influència relativa (veure la taula 31).

**Taula 31. Influència (en %) dels diferents factors que intervenen en el cost de la producció d'un porc de 100 kg.**

FACTOR	% INCIDÈNCIA
Pinso mares	10
Pinso de transició	9
Pinso d'engreix	45
Medicaments	5
*Reposició	2
Cubrició	1
**Costos fixes	28

**Font:** Font *et al.*, 2005.

\*El cost de reposició inclou: pinso d'adaptació + compra de la truja novella – venda de la truja retirada

\*\*Els costos fixes inclouen: personal, energia, instal·lació (manteniment, amortització i financer) lloguer, serveis tècnics i purins.

Així doncs, deixant de banda els costos fixes, que no tenen una relació directe amb el nivell de productivitat ni l'activitat desenvolupada a la granja i considerant el mateix

cost per ambdós tractaments en el factor pinso mares, s'observa que el pes més important del cost final de la producció porcina és assumit pel paràmetre pinso d'engreix, seguit del pinso de transició. Ambdós, inclouen el preu del pinso, així com la quantitat subministrada d'aquest.

Considerant l'etapa de transició, el consum de pinso, així com el preu d'aquest, van ser majors pel tractament amb SDPP. Es pot afirmar doncs que el subministrament d'una dieta amb DEYP durant la fase de transició, abarateix el cost final de producció d'un porc apunt per al sacrifici.

De totes maneres, això només és cert si es considera tan sols l'etapa de desmamament. Un cop es té en compte la fase d'engreix, el pes addicional aconseguit amb SDPP gràcies a una major inversió en l'alimentació del garrí a la fase de transició, es veu recompensat amb la disminució del consum de pinso a la fase d'engreix, conseqüència de la reducció de la durada necessària d'aquesta última etapa. Donada la importància de la fase d'engreix en el preu final del porc, pràcticament d'un 50% (veure la taula 31), petites variacions en el consum i/o en el preu (aquest últim és el mateix, en el present experiment, per ambdós tractaments) del pinso d'engreix, tenen repercussions considerables en el cost final de la producció, molt més importants en relació a l'etapa de transició i un cop es considera la producció anual. Per això, es recomana realitzar una inversió més elevada a l'etapa de transició, sobretot en el que es refereix a la qualitat de la dieta subministrada que, com ja s'ha comentat, permetrà aprofitar al màxim la capacitat de deposició proteica que té el garrí en aquesta fase, així com aconseguir una bona homogeneïtat en els pesos de sortida i preparar millor als garrins per l'entrada a la fase d'engreix, reduint les possibles pèrdues i/o problemes que s'hi puguin produir (Dritz *et al.*, 1996). És per això, que l'esforç econòmic realitzat a l'etapa de desmamament, es veurà compensat en aquesta etapa. Alhora, una reducció del cicle, permet abans l'inici d'una nova fase d'engreix, amb el conseqüent augment de productivitat de la granja i increment doncs de les ventes anuals.



**Taula 32. Variabilitat en el cost final de la producció d'un porc de 100 kg en funció de la influència dels factors de més pes en l'etapa de transició i d'engreix.**

ETAPA DE TRANSICIÓ			
	€/garrí	*€/any	%
<b>FACTOR PREU (%)</b>	2,7	21.600	3,0
<b>FACTOR CONSUM (%)</b>	1,5	12.160	1,5
<b>*COST DE LA MORTALITAT</b>	1,5	12.000	1,5
ETAPA D'ENGREIX			
	€/garrí	€/any	%
<b>FACTOR PREU (%)</b>	4,68	37.440	5,0
<b>FACTOR CONSUM (%)</b>	7,24	57.920	7,0
<b>*COST DE LA MORTALITAT</b>	3,2	25.600	3,0

Font: Font *et al.*, 2005.

\*S'ha suposat una granja de 400 truges amb una producció de 8.000 garrins anuals.

Per tan, es pot afirmar que, alimentar amb DEYP durant la fase de transició, redueix els costos de producció del garrí. Els guanys obtinguts variaran en funció del preu de mercat del quilo de garrí. De totes maneres, i un cop considerada l'etapa d'engreix, resulta més rendible haver subministrat prèviament una dieta amb SDPP, gràcies a la reducció del cicle d'engreix que suposa l'entrada a aquesta etapa amb un pes superior, amb la conseqüent reducció de costos i augment d'ingressos que això genera i que ja s'han comentat.

Hi ha qui ha vist que subministrar una dieta amb combinacions de subproductes de l'ou i de plasma durant l'etapa de transició, no comprometen els rendiments obtinguts amb SDPP com a única font de proteïna (Schmidt *et al.*, 2003). Així doncs, el cost del garrí en l'etapa de transició es veuria reduït i el pes així com la preparació del garrí per l'entrada a la fase d'engreix no es veurien compromesos. De totes maneres, el present experiment no aporta dades en el que es refereix a aquest punt, pel que seria necessari realitzar un altre experiment per poder avaluar aquest aspecte.

Considerant l'experiment 2, el seu disseny i la falta de dades referent al període dels 21 als 35, no van permetre realitzar un estudi que aportés informació rellevant en allò que es refereix al tema econòmic. Simplement, es creu oportú esmentar que la dieta subministrada amb DEYP subministrada en l'experiment 2, va tenir un cost superior a la dieta amb DEYP subministrada en el primer experiment, degut a la combinació d'ingredients, així com el procés utilitzats per tal d'augmentar la duresa del grànul. Les diferències de preu del pinso amb SDPP no van ser molt grans, i com ja s'ha comentat, els rendiments no van presentar diferències significatives entre tractaments pel que, el cost de producció del garrí de 21 dies que en va resultar va ser molt semblant. Alhora, l'arribada als 21 dies amb un pes de l'animal pràcticament equivalent per ambdós tractaments, permetria l'entrada del garrí, a la següent etapa, en unes condicions pràcticament equivalents, el que reduiria les probabilitats de que es produïssin diferències importants en el temps d'engreix necessari del porc (cicle d'engreix) fins al sacrifici.

## 6. CONCLUSIONS

- Els rendiments productius assolits amb SDPP són superiors al DEYP, des de la primera fins a la tercera setmanes posterior al desmamament del garrí i produeix efectes positius en el creixement, consum i índex de conversió. Els rendiments productius assolits pel total de l'experiment també són millors amb SDPP, tot i que a partir de la tercera setmana s'observa una lleugera depressió, amb rendiments a favor del DEYP. Contràriament, l'evolució del DEYP segueix una tendència ascendent gradual, des de l'inici fins al final de l'experiment.
- Els resultats obtinguts amb SDPP són molt bons si es considera la fase 1 (0-21 dies). De totes maneres, un cop aquest és retirat de la dieta, es dona una certa depressió dels rendiments, no observada en aquells garrins prèviament alimentats amb DEYP. Això permet que s'assoleixin valors productius superiors amb DEYP un cop ambdues fonts de proteïna són retirades de la dieta i un cop es considera l'experiment en global, no s'observin diferències entre tractaments, en el que es refereix a consum, creixement o índex de conversió. El que realment interessa en producció porcina és el pes final en el sacrifici i no la manera com aquest és assolit. Serà doncs necessari valorar si realment interessa realitzar una elevada inversió a l'inici, subministrant SDPP a través de la dieta, que si que ens proporcionarà rendiments òptims durant aquest període, però que poden perdre's o veure's compromesos en períodes posteriors.
- Les immunoglobulines contingudes en l'SDPP (IgG) proporcionen protecció al garrí contra l'entrada de microbiota exògena i posterior colonització de l'aparell digestiu. Aquests patògens però, no són destruïts, pel que, un cop les IgG són retirades de la dieta, aquesta protecció es perd i aquells garrins amb un sistema immunològic encara insuficientment desenvolupat, queden susceptibles a contraure malalties, generalment de tipus entèric. L'SDPP doncs, amaga possibles patologies que poden provocar la pèrdua dels bons rendiments abans

obtinguts en el garrí amb aquesta font de proteïna. Amb DEYP en canvi, a l'etapa post-desmamament, els garrins han de vèncer sense ajuda externa la possible entrada de patògens pel que, tot i que els rendiments poden veure's compromesos durant aquest període, un cop aquest és retirat de la dieta, els garrins ja han desenvolupat un sistema immunitari capaç de defensar-se en cas de repetir-se els símptomes.

- L'SDPP és la font de proteïna òptima per a garrins acabats de desmamar i proporciona rendiments fins i tot superiors als obtinguts amb els subproductes de la llet. Fins ara, no s'ha trobat cap altre font que n'iguali els rendiments pel que l'SDPP, és considerat l'ingredient imprescindible, si el que es vol és optimitzar els rendiments en garrins acabats de deslletar. Els rendiments productius assolits amb DEYP, tot i l'elevada qualitat de la seva proteïna, són també inferiors a l'SDPP. Tot i això, un cop ambdues fonts són extretes de la dieta la tercera setmana, es produeix una lleugera depressió dels valors de conversió observats amb SDPP, així com la inexistència de diferències significatives un cop finalitzat l'experiment en tots els paràmetres (pes, consum, creixement i conversió). Així doncs, tot i que el DEYP no pot considerar-se com a alternativa competitiva al plasma si el que es vol és maximitzar els rendiments productius les tres primeres setmanes posteriors al desmamament, si que es pot contemplar com a una bona font de proteïna per a garrins en etapa de transició, tenint en compte que proporcionarà rendiments ascendents progressius i continus si es dóna un desenvolupament normal de la prova, des de l'inici fins al final de l'experiment.
- S'ha vist que el DEYP representa una bona font de proteïna per a garrins en transició. Tot i que no assoleix els rendiments òptims obtinguts amb SDPP les primeres setmanes, podria utilitzar-se com a substitut parcial de l'SDPP sense que els rendiments es veiguessin compromesos. No es solucionaria així una futura prohibició del plasma, però el cost de la dieta es veuria reduït considerablement. Alhora suposaria una bona font complementària de metionina a l'SDPP. De totes maneres, el present experiment no va permetre

avaluar aquesta qüestió i seria necessari el disseny d'un altre experiment que en possibilités l'estudi.

- Disminuir la duresa del grànul d'una dieta amb DEYP va produir efectes positius en el consum, si es considera que, sense modificar la duresa del grànul, es van produir diferències significatives en relació a l'SDPP, mentre que modificant la duresa del grànul, les diferències van ser quasi inexistents entre tractaments. Aquest fet, atribueix a la palatabilitat de l'SDPP els efectes positius observats en comparació amb una font de proteïna alternativa, ambdues subministrades en dietes equivalents. Aquesta característica de l'SDPP afavoreix el consum i consegüentment el creixement. Alhora, presenta una dieta amb DEYP, tot i que necessitada d'un procés específic i un lleuger encariment (respecte una dieta amb DEYP amb una duresa del grànul sense modificar), una alternativa en principi viable a l'SDPP des d'un punt de vista productiu.
- Un major consum així com un preu superior d'una dieta elaborada amb SDPP com a font de proteïna principal, provoquen que el cost de producció d'un garrí fins als 35 dies després de deslletar (etapa de transició), resulti més car amb SDPP com a font principal de proteïna que amb DEYP.
- Considerada l'etapa d'engreix, el major pes assolit pels garrins amb una dieta amb SDPP, permet reduir el cicle d'engreix d'una granja, període de més pes en el cost final de producció porcina. Aquest fet, permet reduir els costos del pinso necessari a subministrar als garrins per assolir el pes final necessari pel sacrifici, alhora que genera un increment de les ventes anuals. És per això, que subministrar una dieta amb SDPP com a font de proteïna principal durant el període de transició del garrí, resulta més rendible econòmicament que amb DEYP un cop es considera la producció anual porcina, des del naixement del garrí fins al seu sacrifici.

- Els rendiments productius assolits al dia 35, no presenten diferències significatives entre tractaments. De totes maneres, la petita superioritat de l'SDPP respecte el DEYP, permet que un cop finalitzada la següent etapa d'engreix, les diferències siguin molt significatives, fent que la producció anual porcina d'una granja resulti molt més rendible econòmicament parlant, en cas d'haver subministrat al garrí, una dieta amb SDPP com a font de proteïna principal durant l'etapa de transició.

## 7. ANNEX

### 7.1.COMPOSICIÓ D'INGREDIENTS I CONSTITUENTS ANALÍTICS DE LES DIETES SUBMINISTRADES

**Taula 33. Composició completa d'ingredients i constituents analítics de les dietes subministrades durant la fase 1 de l'experiment 1 i en l'experiment 2.**

	Experiment 1		Experiment 2	
	SDPP	DEYP	SDPP	DEYP
<b>Composició d'ingredients (%)</b>				
Plasma 80% PB	3.000	-	3.000	-
Farina d'ou desengrassada	-	4.000	-	4.380
Blat de moro	27.60	35.79	27.60	23.63
Blat de moro extrusionat	25.01	19.99	25.01	25.00
Ordi	5.000	5.000	5.000	6.250
Blat	5.000	5.000	5.000	6.250
Sèrum de llet	20.00	12.49	20.00	21.25
Lactosa	-	7.550	-	0.930
Concentrat de proteïna de soja	3.600	4.500	3.600	7.000
Farina de peix	5.000	-	5.000	-
Oli de soja	1.520	1.010	1.520	0.630
<sup>a</sup> Premix	2.500	2.500	2.500	2.500
Acidomix protect	0.700	0.700	0.700	1.000
Suplement fitasa	0.200	0.200	0.200	0.200
Clorur sòdic	0.200	0.200	0.200	0.200
Fosfat bicàlcic	-	0.180	-	-

### Continuació taula 33

**Taula 33. Composició completa d'ingredients i constituents analítics de les dietes subministrades durant la fase 1 de l'experiment 1 i en l'experiment 2.**

<b>Concentració de nutrients (%)</b>				
Humitat	8.870	8.620	8.870	8.500
Matèria seca	91.13	91.380	91.13	91.50
Greix brut	5.760	5.280	5.760	6.610
Proteïna bruta	18.87	18.93	18.87	18.87
Cendres	5.170	4.530	5.170	4.040
Fibra bruta	1.760	1.850	1.760	1.880
Fibra àcida	2.430	2.530	2.550	2.500
Fibra neutre	6.350	6.350	6.350	6.350
Lignina	0.480	0.480	0.480	0.490
Sucres	14.99	14.60	14.99	15.13
Midó	34.49	36.42	34.49	34.00
Àcid linoleic	2.630	2.430	2.630	2.210
Proteïna bruta digestible porc	17.21	17.48	17.21	17.03
Calci	0.600	0.451	0.600	0.474
Fósfor total	0.519	0.497	0.519	0.464
Fósfor fític	0.177	0.181	0.177	0.184
Fósfor digestible porc	0.417	0.381	0.417	0.377
Sodi	0.347	0.332	0.347	0.209
Potassi	0.048	1.003	1.048	1.009
Clor	0.558	0.494	0.494	0.553
Balanç electrolític	175.7	186.4	175.7	149.7
ABC (mg)	292.5	241.0	292.5	269.1
Lactosa	12.60	14.00	12.60	12.70



<sup>a</sup>Taula 33.1. Composició del premix**CONSTITUENTS**

Proteïna bruta .....	56.77%
Matèries grasses brutes .....	0.840%
Cel·lulosa bruta .....	3.060%
Cendres.....	11.08%
Lisina.....	2.930%

**PREMIX** \_\_\_\_\_ **0.350%**

**Vitamines**

A.....	2500000 UI/kg
D <sub>3</sub> .....	500000 UI/kg
E (α-tocoferol) .....	5000 mg/kg
K <sub>3</sub> .....	500 mg/kg
B <sub>1</sub> .....	500 mg/kg
B <sub>2</sub> .....	2500 mg/kg
B <sub>6</sub> .....	1000 mg/kg
B <sub>12</sub> .....	5 mg/kg
Àcid nicotínic .....	10000 mg/kg
Pantotenat de calci.....	3400 mg/kg
Clorur de colina.....	125000 mg/kg

**Additius**

Etoxiquina .....	100 mg/kg
Endo-1,3(4)-beta-glucanasa (3.2.1.6) E1612 .....	41250 U/kg
Endo-1,4-beta-xilanasa (3.2.1.8) E1612.....	60000 U/kg
Alfa-amilasa (EC 3.2.1.1) E1612 .....	465000 U/kg
6-fitasa IUB/EC (EC 3.1.3.26) E1614.....	187500 FYT/kg
Mescla d'aromatitzants .....	25000 mg/kg

**Oligoelements**

Ferro (Sulfat ferrós heptahidratat) .....	17500 mg/kg
Manganès (Òxid de manganès) .....	10850 mg/kg
Zinc (Òxid de zinc) .....	31200 mg/kg
Courea (Quelat cúpric d'aminoàcids hidratat) .....	4250 mg/kg
Cobalt (Carbonat bàsic cobaltós monohidratat) .....	100 mg/kg
Iode (iodur de potassi).....	185 mg/kg
Seleni (Selenit de sodi).....	63 mg/kg

**SOYCOMIL** \_\_\_\_\_ **1.500%**

**TRIPTÒFAN** \_\_\_\_\_ **0.150%**

**Taula 34. Composició d'ingredients i constituents analítics principals de la dieta subministrada durant la fase 2 de l'experiment 1.**

<b>Composició en matèries primeres (%)</b>	
Blat de moro .....	32.00
Blat .....	20.00
Ordi.....	17.31
Soja .....	11.63
Sèrum de llet.....	9.680
Farina de peix .....	4.000
Oli de soja.....	2.040
<sup>a</sup> Premix-20.....	2.000
Fosfat monocalcic.....	0.290
Clorur sòdic .....	0.300
Antimicotoxines .....	0.100
<b>Constituents analítics (%)</b>	
Humitat .....	10.42
Matèria seca.....	89.58
Greix brut .....	5.460
Proteïna bruta .....	18.14
Cendres.....	5.010
Fibra bruta .....	3.000
Fibra àcida .....	4.030
Fibra neutre.....	9.440
Lignina .....	0.880
Sucres .....	9.180
Midó .....	36.45
Àcid linoleic .....	2.650
Proteïna bruta digestible porc .....	15.83
Calci .....	0.723
Fósfor total .....	0.548
Fósfor fític .....	0.217
Fósfor digestible porc .....	0.370
Sodi.....	0.224
Potassi.....	0.922
Clor.....	0.413
Balanç electrolític.....	157.0
ABC (mg).....	327.8
Lactosa .....	6.000

**Taula 35. Composició energètica i aminoacídica completa de les dietes subministrades durant la fase 1 de l'experiment 1 i en l' experiment 2.**

	Experiment 1		Experiment 2	
	SDPP	DEYP	SDPP	DEYP
<b>Composició energètica (Kcal/kg)</b>				
Digestible	3542	3582	3776	3649
Metabolitzable	3374	3406	3374	3480
Neta	2613	2628	2613	2641
<b>Composició aminoacídica (%)</b>				
Lisina	1.598	1.604	1.598	1.615
Lisina digestible porc	1.500	1.499	1.500	1.500
Metionina	0.628	0.639	0.628	0.634
Metionina digestible porc	0.604	0.606	0.604	0.602
Cisteïna	0.340	0.337	0.340	0.345
Cisteïna digestible porc	0.296	0.291	0.296	0.301
Metionina+Cisteïna	0.968	0.976	0.968	0.979
Met+Cis digestible porc	0.904	0.912	0.904	0.908
Treonina	1.075	1.070	1.075	1.079
Treonina digestible porc	0.980	0.980	0.980	0.980
Triptòfan	0.396	0.425	0.396	0.422
Triptòfan digestible porc	0.374	0.397	0.374	0.395
Isoleucina	0.769	0.687	0.769	0.622
Isoleucina digestible porc	0.687	0.601	0.687	0.547
Valina	0.884	0.702	0.884	0.663
Valina digestible porc	0.778	0.606	0.778	0.572
Leucina	1.074	1.035	1.074	1.207
Leucina digestible porc	0.815	0.859	0.815	0.940
Fenilalanina	0.556	0.556	0.556	0.657
Fenilalanina digestible porc	0.458	0.460	0.458	0.580
Fenil+Tirosina	0.933	0.942	0.933	1.094
Fe+Ti digestible porc	0.756	0.768	0.756	0.903
Arginina	0.854	0.692	0.854	1.000
Arginina digestible porc	0.710	0.566	0.710	0.841

**Taula 36. Composició energètica i aminoacídica completa de la dieta subministrada durant la fase 2 de l'experiment 1.**

---

<b>Composició energètica (Kcal/kg)</b>	
Digestible.....	3462
Metabolitzable .....	3362
Neta.....	2450
<b>Composició aminoacídica (%)</b>	
Lisina .....	1.517
Lisina digestible porc.....	1.380
Metionina.....	0.589
Metionina digestible porc .....	0.561
Cisteïna .....	0.296
Cisteïna digestible porc .....	0.257
Metionina+Cisteïna .....	0.897
Met+Cis digestible porc.....	0.816
Treonina.....	0.984
Treonina digestible porc .....	0.884
Triptòfan .....	0.295
Triptòfan digestible porc .....	0.273
Isoleucina.....	0.693
Isoleucina digestible porc .....	0.616
Valina.....	0.816
Valina digestible porc.....	0.721
Leucina .....	1.202
Leucina digestible porc.....	0.961
Fenilalanina .....	0.724
Fenilalanina digestible porc.....	0.587
Fenil+Tirosina .....	1.201
Fe+Ti digestible porc.....	0.909
Arginina.....	0.987
Arginina digestible porc .....	0.786

---

## **7.2. ANÀLISI DE LES BAIXES PRODUÏDES**

Es van presentar problemes de tipus sanitari en els garrins en ambdós experiments. A l'experiment 1 aquests es van produir durant la fase dos (dels 21 als 35 dies), en els garrins que prèviament havien set alimentats amb SDPP i en el qual es van produir un 3.1% de baixes. A l'experiment 2 els problemes es van presentar a l'inici de la prova amb una mortalitat del 20.9%.

Es va realitzar un estudi per tal de determinar la raó de les baixes produïdes. Es van identificar les possibles causes, les quals van ser analitzades per tal d'identificar la seva possible implicació en els problemes de tipus entèric apareguts en els garrins.

Primer de tot, es va comprovar que els animals estaven malalts. El procés que es va seguir per tal de verificar-ho s'explica a continuació.

Se sap que la proteïna ingerida per l'animal té dues funcions principals; dipositar-se en els teixits per a formar i renovar carn i múscul o, si l'animal està malalt, dirigir-se cap al sistema immunològic per tal d'incrementar les defenses (Van Heugten *et al.*, 1996; Williams *et al.*, 1997).

Si es tenen en compte els valors de conversió obtinguts per a l'experiment 1 (veure taula 18 de l'apartat 4.1), s'observa que mentre que els registrats en el tractament amb SDPP van ser superiors al tractament amb DEYP durant la primera fase (període dels 0 als 21 dies), un cop a la segona fase, els índexs de conversió van tendir a ser superiors amb DEYP. Això semblà indicar que els animals realment estaven malalts.

A l'experiment 2, aquest fet també es va determinar pel mateix mètode, analitzant els valors de IC assolits pels garrins la primera setmana, període en el qual es van observar incidències. Se sap que en l'inici del post desmamament, els valors normals de conversió, solen ser de l'ordre de 1 a 1.5, sent lleugerament inferiors la primera setmana a causa de la baixa capacitat d'ingestió, en oposició a l'alta capacitat de deposició proteica que té el garrí en aquesta etapa. Els valors de conversió obtinguts (veure taula

22 de l'apartat 4.2), van ser molt elevats la primera setmana post desmamament per ambdós tractaments i en especial en el tractaments amb SDPP. Això va indicar que es va produir algun problema greu a l'inici de la prova.

A partir d'aquí es van considerar dues possibilitats en relació al consum;

Els animals van menjar molt però van créixer poc; pel que de l'aliment ingerit poc es va disposar en forma de proteïna. Això es produeix en aquells casos en els quals l'animal està malalt. Si es tenen en compte els valors de CMD i GMD de la primera setmana de l'experiment 2 (veure taula 20 i 21 de l'apartat 4.2) per als dos tractaments, s'observa que per ambdós paràmetres en ambdós casos, els valors van ser força baixos. Els animals doncs no van menjar el suficient la primera setmana del desmamament en cap dels dos tractaments. Més, si tenim en compte que la dieta amb SDPP subministrada a l'experiment 1 va ser la mateixa que la de l'experiment 2. En el primer experiment, els valors de consum i creixement dels 0 als 7 dies van ser de 141 i 116 grams per garrí i dia respectivament, mentre que en l'experiment 2 els valors observats van ser de 79 grams pel consum i 21 pel creixement. Les conversions obtingudes en el primer experiment van ser de 1.28 mentre que en el segon van ser de 4.33. Així doncs, es va confirmar la present hipòtesis ja que si que el consum va disminuir considerablement (pràcticament el 50 %), però més important va ser davallada del creixement, pels voltants del 80% respecte l'experiment 1. És per això que es va concloure que els animals estaven malalts.

Els animals mengen poc pel que creixen poc. Es va confirmar que el creixement fou precari la primera setmana del segon experiment. Tot i que el consum va ser també insuficient, la disminució no va ser tan marcada com la que es va observar en el creixement. És per això, que la disminució del consum es va veure més com a una causa derivada de la malaltia desenvolupada per els garrins que no com a causa de la malaltia i que segurament hauria estat provocada per un mal estat del pinso subministrat. Aquesta possibilitat a més, va quedar del tot descartada per a l'experiment 2, ja que els problemes es van manifestar en els tractaments amb DEYP i SDPP simultàniament, el que implicaria el mal estat de les dues dietes subministrades. Aquesta causa es va considerar també poc probable per a l'experiment 1, ja que tot i que la dieta era la mateixa per ambdós tractaments, es van produir baixes només en aquells prèviament

alimentats amb SDPP.

De totes maneres, es van realitzar anàlisis del pinso subministrat per tal de descartar amb seguretat una mala formulació així com una mala fabricació i/o una possible contaminació de la dieta subministrada.

Els anàlisis realitzats van ser els següents:

- Anàlisis microbiològic de les matèries primeres utilitzades per a la fabricació del pinso, descartant una possible contaminació dels cereals.
- Comprovació de la digestibilitat de la proteïna, amb anàlisis de solubilitat amb KOH i comprovació dels perfils aminoacídics.
- Verificació de la solubilitat del sèrum de la llet, compostat per proteïnes solubles, aigua, lactosa i minerals. Sotmès a centrifugació, es va comprovar que efectivament tot el material era soluble.
- Tot i la dificultat de que es produeixi degut al seu contingut en tocoferols (vitamina E) es va verificar la no rancidesa de l'oli de soja.
- Anàlisis de la farina de peix, que conté amines biògenes, descartant una possible contaminació per *Clostridium*.
- Es va comprovar també el bon estat sanitari de l'aigua. Tampoc es va observar cap anomalia en l'accessibilitat a l'abeurador ni a la menjadora.

Un cop realitzades totes aquestes observacions, es va concloure que els animals van contraure algun tipus de malaltia de tipus entèric tan en l'experiment 1 com en l'experiment 2.

## **8. BIBLIOGRAFIA**

### **8.1. BIBLIOGRAFIA CITADA**

Argenti, P.; Chicco, C.; Espinoza, F.; Guaicara, M.; Romero, C.; Méndez, D., 1996. Incorporación del plasma sanguíneo seco por aspersión en dietas preiniciadoras de cerdos. *Zootecnia Tropical*, Vol. 14(2): 167-190.

Bikker, P.; Van Dijk, A.J.; Dirkzwager, A.; Fledderus, J.; Ubbink-Blanksma, M.; Beynen, A.C., 2001. The influence of diet composition and an anti-microbial growth promoter on the growth response of weaned piglets to spray dried animal plasma. *Livestock Production Science* 86: 201-208.

Blas de Beorlegui, C.; Mateos, Gonzalo G.; Rebollar, Paloma G., 2003. Tablas FEDNA de composición y valor nutritivo de alimentos para la fabricación de piensos compuestos. 2ª Edición. Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal, Madrid. También accesible a: <http://www.etsia.upm.es/fedna/tablas.htm>

Bosi P.; Han, K.; Jung, H.J.; Ileo, K.N.; Perini, S.; Castellazzi, A.M.; Casini, L.; Creston, D.; Gremkolini, C., 2001. Effect of different spray diet plasmas on growth, ileal digestibility, nutrient deposition, immunity and health of early-weaned pigs challenged with *E.coli* K88.

Bosi, P.; Casini, A.; Finamore, C.; Gremkolini, C.; Merialdi, G.; Trevisi, P.; Nobili, F.; Mengheri, E., 2004. Spray dried plasma improves growth performance and reduces inflammatory status of weaned pigs challenged with enterotoxigenic *Escherichia coli* K88.



Bruininx, E.M.A.M.; Schellingerhout, A.B.; Lensen, E.G.C.; Van der Peer-Schwering, J.W.; Schrama, J.W.; Everts, H.; Den Hartog, L.A.; Beyen, A.C., 2002. Associations between individual food intake characteristics and indicators of gut physiology of group-housed weanling pigs differing in genotype. *J. Anim. Sci.*, 75: 103-113.

Chung, T.K.; Baker, D.H., 1992<sup>a</sup>. Methionine Requirement of Pigs Between 5 and 20 Kilograms Body Weight.

Chung, T.K.; Baker, D.H., 1992<sup>b</sup>. Ideal Amino Acid Pattern for 10-Kilogram Pigs.

Coffey, R.D.; Cromwell, G.L., 1995. The impact of environment and antimicrobial agents on the growth response of early-weaned pigs to spray-dried porcine plasma.

Coffey, R.D.; Cromwell, G.L., 2001. Use of spray-dried animal plasma in diets for weanling piglets. *Pig News and Information*, Vol. 22 No. 2 39N-48N. Review article [consulta 16/03/2006].

Accessible a:

<http://www.functionalproteins.com/products/ap920/images/background.coffeepignewsv22p39n.pdf>

Commission regulation (EC) No 1292/2005, BSE legislation.

Amending Annex IV to Regulation (EC) No 999/2004 of the European Parliament and of the Council as regards animal nutrition. *Official Journal of the European Union* (L205/3) [consulta 16/03/2006].

Csapo, J.; Matyin, T.G.; Csapo-Kiss, Z.S.; Hazas, Z., 1996. Protein, fat, vitamin and mineral concentrations in porcine colostrum and milk from parturition to 60 days. Extret del llibre: The neonatal pig. Gastrointestinal physiology and nutrition. Edicions Nottingham University Press. Capítol 8 pg.222.

Dritz, S.S.; Owen, K.Q.; Nelssen, J.L.; Goodband, R.D.; Tokach, M.D., 1996. Influence of weaning age and nursery diet complexity on growth performance and carcass characteristics and composition of high-health status pigs from weaning to 109 kilograms.

ENC; Egg Nutrition Centre [consulta 04/03/2006].

Accesible a: <http://www.enc-online.org>

Font, J.; Bernaus, J., 2005. Costes en producció porcina. Porcpress, monografías prácticas. Edivet, Ediciones Veterinaria, S.L.

Gebbink, K.; G.A.R.; Sutton, A.L.; Williams, B.A.; Patterson, J.A.; Richerty, B.T.; Kelly, D.T.; Verstegen, M.W.A., 2001. Effects of Oligosaccharides in Weanling Pig Diets on Performance, Microflora and Intestinal Health. Extret del llibre: Digestive Physiology of Pigs. Wageningen Institute of Animal Sciences, Wageningen Agricultural University, The Netherlands and Department of Animal Sciences, Purdue University, West Lafayette, IN 47907, USA.

Grinstead, G.S.; Goodband, R.D.; Dritz, S.S.; Tokach, M.D.; Nelssen, J.L.; Woodworth, J.C.; Molitor, M., 2000. Effects of whey protein and spray-dried animal plasma on growth performance of weanling piglets.

Han, Y.; Chung, T.K.; Baker, D.H., 1993. Tryptophan requirement of pigs in the weight category 10 to 20 Kilograms.

Hansen, J.A.; Nelssen, J.L.; Goodband, R.D; Weeden, T.L., 1993. Evaluation of animal protein supplements in diets of early-weaned pigs.

Harmon, B.G.; Latour, M.A.; Durst, J., 2000. Spray dried eggs as an ingredient on diets for SEW pigs. Purdue Swine Day Report [consulta 19/03/2006].

Accessible a: [www.ansc.purdue.edu/swine/swineday/sday00/psd03-2000.html](http://www.ansc.purdue.edu/swine/swineday/sday00/psd03-2000.html)

Huo, Y.J.; Wang, T; R.J.Xu., 2003. Nutrition and metabolism of neonatal pigs. Experiment extret del llibre: Xu, R-J.; Cranwell, P.D. The neonatal pig. Gastrointestinal Physiology and Nutrition. Notthingam University Press. Capítol 7 (185-211).

James, B.W.; Sparks, J.C.; Jurgens, M.H.; Zimmerman, D.R., 1999. Comparison of Inedible Egg Product and Spray-Dried Plasma as Sources of Protein for Weanling Pigs. ASL-R1658, Iowa State University [consulta 19/03/2006].

Accessible a: <http://www.ipic.iastate.edu/reports/99swinereports/asl-1658.pdf>

Jensen, M.S.; Jensen, S.K.; Jakobsen., 1997. Development of digestive enzymes in pigs with emphasis on lipolytic activity in the stomach and pancreas.

Karasov, W.H.; Diamond, J.M., 1987. Adaptation of intestinal nutrient transport. Physiology of the gastrointestinal tract. Chapter 54; 1489-1494. 2nd Edition. Edited by Leonard R. Johnson [consulta 10/04/2006].

Accessible a:

<http://wildlife.wisc.edu/faculty/karasov/publications/1987%20karasov%20diamond%20adaptation%20intestinal.pdf>

Kats. L.J.; Nelssen, J.L.; Tokach, M.D.; Goodband, R.D.; Hansen, J.A., 1994. The Effect of Spray-Dried Porcine Plasma on Growth Performance in the Early-Weaned Pig.

Mavromichalis, I.; Parr, T.M.; Gabert, V.M.; Baker, D.H., 2001. True ileal digestibility of amino acids in sow's milk for 17-day-old pigs.

Medel, P.; Latorre, M.A.; Mateos, G.G., 1999. Nutrición y alimentación de lechones destetados precozmente [consulta 21/02/2006].

Accesible a: <http://www.uco.es/servicios/nirs/fedna/capitulos/99CAP7.pdf>

Morillo, T.B.; Carter, S.D.; Park, J.S.; Schneider, J.D., 2003. Effects of reducing metabolizable energy concentration in diets containing spray-dried porcine plasma on weanling pig performance. Oklahoma Agricultural Experiment Station [consulta 19/03/2006].

Accessible a: [www.ansi.okstate.edu/research/2003rc/15/15.htm](http://www.ansi.okstate.edu/research/2003rc/15/15.htm)

Nessmith Jr., W.B.; Nelssen. J.L.; Tokach, M.D.; Goodband, R.D.; Bergström, J.R.; Dritz, S.S.; Richert, B.T., 1997. Evaluation of the Interrelationships Among Lactose and Protein Sources in Diets for Segregated Early-Weaned Pigs.

NRC., National Research Council, 1998. Nutrient requirements of swine. Tenth revised edition. Subcommittee on Swine Nutrition, Committee on Animal Nutrition, Board on Agriculture.

Owen, K.Q.; Nelssen, J.L.; Goodband, R.D.; Tokach, M.D.; Kats, L.J.; Firesen, K.G., 1995<sup>a</sup>. Added dietary methionine in starter pig diets containing spray-dried blood products.

Owen, K.Q.; Goodband, R.D.; Nelssen, J.L.; Tokach, M.D.; Dritz, S.S., 1995<sup>b</sup>. The Effect of Dietary Methionine and Its Relationship to Lysine on growth Performance of the Segregated Early-Weaned Pig.

Sattar Khan, M.A.; Nakamura, S.O.; Ogawa, M.A.; Azkami, H. Kato, A., 2000. Bactericidal action of egg yolk phosphovitin against *Escherichia coli* under thermal stress.

Sauveur, B., 1993. El huevo para consumo: bases productivas. Ediciones INRA. Versión española: Carlos Buxadé Carbó. Ediciones Mundi-prensa.

Schmidt, L.D., 2001. Application of egg by-products as high quality protein, energy and bactericidal supplements in poultry and swine nutrition. A Thesis submitted to the Faculty of Graduate Studies. The University of Manitoba [consulta 21/02/2006].  
Accessible at: <http://www.collectionscanada.ca/obj/s4/f2/dsk3/ftp04/MQ62841.pdf>

Schmidt, L.D.; Nyachoti, C.M.; Slominski, B.A., 2003. Nutricional evaluation of egg by-products in diets for early weaned pigs.

Schneider, J.D.; Tokach, M.D.; Dritz, S.S.; Goodband, R.D.; Nelssen, J.L., 2005. Determining the optimal lysin:calorie ratio for growth performance of pig nursery pigs. Kansas State University [consulta 14/04/2006].

Accessible a: <http://www.oznet.ksu.edu/library/lvstk2/srp964.pdf>

Sim, J.; Ball, R.; Manninen, K., 2005. Egg yolk IgY against enterotoxigenic *Escherichia coli* (ETEC) in neonatal piglets and preventing baby pig scours [consulta 26/03/2006].

Accessible a:

[http://www.albertapork.com/Uploads/For%20Producers/Research/CAHIDF\\_Reports/CAHIDF2005-01-proj83.pdf](http://www.albertapork.com/Uploads/For%20Producers/Research/CAHIDF_Reports/CAHIDF2005-01-proj83.pdf)

Smith, J.W.; Tokach, M.D.; Nelssen, J.L.; Goodband, R.D., 1999. Effects of Lysine:Calorie Ratio on Growth Performance of 10- to 25-Kilogram Pigs.

Steidinger, M.U.; Goodband, R.D.; Tokach, M.D.; Dritz, S.S.; Nelssen, J.L.; McKinney, L.J.; Borg, B.S.; Campbell, J.M., 2000. Effects of pelleting and pellet conditioning temperatures on weanling pig performance.

Tokach, M.D.; Dritz, S.S.; Goodband, R.D.; Nelssen, J.L., 1997. Starter pig recommendations. Kansas State University Station and Cooperative Extension Services [consulta 09/03/2006]. Experiment inclòs també en el llibre Weaning The pig, concepts and consequences, 2003 pags 259-299.

Accessible a: <http://www.oznet.ksu.edu/library/lvstk2/MF2300.pdf>

USDA; United States Department of Agriculture. Agriculture Research Service. National Nutrient Database for Standard Reference, 2005 [consulta 21/03/06].

Accessible a: <http://www.nal.usda.gov/fnic/foodcomp/search/>

Van Dijk, A.J. 2001. Spray-dried animal plasma in the diet of weaning piglets: influence on growth performance and underlying mechanisms. Written and edited in The Netherlands.

Van Heutgen, E.; Coffey, M.T.; Spears, J.M., 1996. Effects of immune challenge, dietary energy density, and source of energy on performance and immunity in weanling pigs.

Weser, E., 1979. Nutritional aspects of malabsorption. Short gut adaptation. Am. J. Med, 67(6): 1014-20 [consulta 10/04/2006].

Accessible a:

[http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&list\\_uids=391034&dopt=Abstract](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&list_uids=391034&dopt=Abstract)

Williams, N.H.; Stahly, T.S.; Zimmerman, N.R., 1997. Effect of chronic immune system activation on the rate, efficiency and composition of growth and lysine needs of pigs fed from 6 to 27 kg.

Zimmerman, D.R.; Bregendahl, K.; Sparks, J.C.; Bassaganya, J., 1999<sup>a</sup>. Effect of Spray-dried plasma and dried porcine solubles on the growth performance of weanling pigs raised in different health-status environments. ASL-R1554, Iowa State University [consulta 19/03/2006].

Accessible a: [www.extension.iastate.edu/pages/ansci/swinereports/asl-1554.pdf](http://www.extension.iastate.edu/pages/ansci/swinereports/asl-1554.pdf)

Zimmerman, R.D., 1999<sup>b</sup>. Effect of Inedible Egg Product on Growth Performance of Weanling Pigs. ASL-R1659, Iowa State University [consulta 05/03/2006].

Accessible a: <http://www.ipic.iastate.edu/reports/99swinereports/asl-1659.pdf>

## **8.2. ALTRES FONTS CONSULTADES**

Actipro; Veos Group. Subministradors d'alimentació per a animals de granja i domèstics. Accessible a: <http://www.actipro.biz/> [consulta 16/03/2006].

Allee, G.L.; Touchette, K.J., 1999. Efectos de la nutrición sobre la salud intestinal y el crecimiento de lechones. Department of Animal Sciences, University of Missouri [consulta 15/02/2006].

Accessible a: <http://www.etsia.upm.es/fedna/capitulos/99CAP6.pdf>

Angulo, E; Cubiló, D., 1997. Effect of different dietary concentrations of spray-dried porcine plasma and a modified soyprotein product on the growth performance of piglets weaned at 6 kg body weight.

APC Europe; an LGI Company. Technical manual use of SDAP in swine. Disponible en CD-Room.

Bergner, H. 1970. Elementos de nutrición animal. Editorial Acribia.

Buxadé Carbó, C. (Coordinador i director)., 1997. Producción porcina. Aspectos claves. Editorial Mundi-prensa.

Capdevila, J., 1994. Programas de alimentación de lechones. COPAGA, S.C.L., Madrid. [consulta 10/02/2006].

Accessible a: [http://www.etsia.upm.es/fedna/capitulos/94Cap\\_VII.pdf](http://www.etsia.upm.es/fedna/capitulos/94Cap_VII.pdf)



Chefter, J.C.; CUQ, J.L.; Lorient, D., 1989. Proteínas alimentarias; bioquímica, propiedades funcionales, valor nutritivo, modificaciones químicas. Editorial Acribia.

Cotterill, O.J. Egg Science Symposium. Eggs and Egg Components for Wellness [consulta 19/03/2006].

Accessible a: <http://www.poultryscience.org/meet/91st/psabs19.pdf>

Cromwell, G.L., 1998. Presentación de las recomendaciones nutricionales del NRC para porcino. Estudio crítico. Lexington, Kentucky [consulta 23/02/2006].

Accessible a: [http://www.etsia.upm.es/fedna/capitulos/04CAP\\_7.pdf](http://www.etsia.upm.es/fedna/capitulos/04CAP_7.pdf).

Danvis, C; Reeves, R., 2002. High value opportunities from the chicken egg.

Rural Industries Research and Development Corporation; RIRDC Publication No 02/094 [consulta 21/02/2006].

Accessible a: <http://www.rirdc.gov.au/reports/EGGS/02-094.pdf>

Dapoza García, C.; responsable del servicio técnico España y Portugal, Degussa Ibérica. Alimentación nitrogenada del lechón. IV Jornadas Técnicas de Porcino NANTA [consulta 10/02/2006].

Accessible a:

[http://www.nanta.es/esp/area\\_tecnica/documentos/alimentacion\\_nitrogenada\\_del\\_lechon.pdf](http://www.nanta.es/esp/area_tecnica/documentos/alimentacion_nitrogenada_del_lechon.pdf)

Daza, A., 2005. Alimentación de los lechones durante la fase del postdestete. Departamento de Producción Animal. E.T.S de Ingenieros Agrónomos. Universidad Politécnica de Madrid [consulta 05/03/2006].

Accessible a: <http://www.eumedia.es/articulos/mg/174lechon.html>

Food and Agriculture Organization of the United Nations. Accessible a: <http://www.fao.org/documents/> [consulta 16/03/2006].

Fuller, M.F., the editor. The Enciclopedia of Animal Farm Nutrition, 1998. Enciclopedia temàtica Oxford ABI Publishing.

Gadd, J., 2003. Pig Production Problems; John Gadd's Guide to Their Solutions. NOTTINGHAM University Press.

Gatnau, R.; Mateos, G.G.; Lázaro, R., 1995. Utilización de proteínas plasmáticas de origen porcino en dietas para lechones [consulta 10/02/2006].  
Accessible a: [http://www.etsia.upm.es/fedna/capitulos/95CAP\\_VIII.pdf](http://www.etsia.upm.es/fedna/capitulos/95CAP_VIII.pdf)

Georgia Egg Comission.  
Accesible a: <http://www.georgiaeggs.org/pages/nutri.html> [consulta 04/03/2006].

Hartke, J.L.; Apgar, G.A.; Griswold, K.E.; Jacobson, B.N.; Rosenthal, T.L.; Guthrie, T.A., 2003. Responses of weanling pigs to spray-dried animal plasma added to simple diets containing varying levels of soya-bean meal.

Hogg, R.V.; Ledolter, J., 1992. Applied statistics for engineers and physical scientists. 2nd. Edition. MacMillan Internacional Editions.

Holden, P.; Ewan, R.; Jurgens, M.; Stahly, T.; Zimmerman, D.R. Life cicle swine nutrition. University of Iowa [consulta 24/02/2006].  
Accessible a: <http://www.ipic.iastate.edu/LCSN/LCSNutrition.pdf>

Kuhel, Robert O., 2003. Diseño de experimentos: principios estadísticos de el diseño y análisis de investigación. Tomson Learning.

Kunkel, J.G.; Nordin, J.H., 1985. Yolk proteins. University of Massachussets [consulta 21/02/2006].

Accessible a: <http://www.bio.umass.edu/biology/kunkel/ms/kn/kn-1985.pdf>

Li, D.F.; Thaler, R.C.; Nelssen, J.L.; Harmon, D.L.; Allee, G.L.; Weeden, T.L., 1990. Effect of fat sources and combinations on starter pig performance, nutrient digestibility and intestinal morphology.

Lindberg, J.E.; Ogle, B., the editors, 2001. Digestive Physiology of Pigs. Proceedings of the 8th Symposium. Department of Animal Nutrition and Management, Swedish University of Agricultural Science. Uppsala, Sweden. CABI publishing.

Madrid, A.; Madrid, R.; Madrid, J.M., 1995. Piensos y alimentos para animales. Ediciones Mundi Prensa.

Mavromichalis, I.; Parr, T.M.; Gabert, V.M.; Baker, D.H., 2001. True ileal digestibility of amino acids in sow's milk for 17-day-old pigs.

Mavromichalis, I., 2001. Getting weaning piglets to eat. Online Exclusive. National Hog Farmer [consulta 05/03/2006].

Accessible a:

[http://nationalhogfarmer.com/news/farming\\_getting\\_weaned\\_pigs/index.html](http://nationalhogfarmer.com/news/farming_getting_weaned_pigs/index.html)

Mavromichalis, I.; Paton, F., 2004. Nuevos ingredientes en la alimentación de cerdos [consulta 05/02/2006].

Accessible a: [http://www.etsia.upm.es/fedna/capitulos/04CAP\\_7.pdf](http://www.etsia.upm.es/fedna/capitulos/04CAP_7.pdf)

Mc.Kee, S. Advances in egg research and development. Auburn University [consulta 19/03/2006].

Accessible a:

<http://www.veterinaria.uchile.cl/publicacion/VIIIpatologia/SEMINARIOS/Recent%20advances%20in%20Egg.pdf>

Mead, R; Curnow, R.N.; Hasted, A.M., 2003. Statistical methods in agriculture and experimental biology. Texts in Statistical Science. 3rd.Edition. Chapman & Hall/CRC.

Montagne, L.; Cavaney, F.S.; Hampson, D.J.; Lallès, J.P.; Pluske, J.R., 2004. Effect of diet composition on postweaning colibacillosis in piglets.

Mountney, G.J.; Parkhurst, C.R., 2001. Tecnología de productos avícolas. Editorial Acribia.

Norusis, M.J., 1993. SPSS for Windows. Base System user's guide. Release 6.0. SPSS inc. Chicago.

Palomo Yagüe, A. Interacción entre nutrición y patologías en porcino; 11/01/2006. SETNA, España [consulta 10/02/2006].

Accessible a: <http://www.e-campo.com/?event=news.display&id=E8D76B75-2624-4FB7-9DAE4E88DC7C3F61&>

Pluske, J.R.; Dividich, J.Le; Verstegen, M.W.A., 2003. Weaning the pig: concepts and consequences. Wageningen Academic Publishers, The Netherlands.

Pluske, J.R.; Hopwood, D.E.; Hampson, D.J. Relación entre la microbiota intestinal, el pienso y la incidencia de diarreas, y su influencia sobre la salud del lechón tras el destete. Madrid, 2003. School of Veterinary and Biomedical Sciences, Murdoch University, Australia [consulta 24/02/2006].

Accessible a: [http://www.etsia.upm.es/fedna/capitulos/03CAP\\_V.pdf](http://www.etsia.upm.es/fedna/capitulos/03CAP_V.pdf)

Rodríguez Jaume, N.J.; Mora Català, R., 2001. Estadística informática. Casos y ejemplos con el SPSS. TD (Textos Docentes). Publicaciones Universidad de Alicante.

Roppa, L., 1999. Nutrición de lechones en la fase del destete. Médico veterinario. Agrupación de consultores en tecnologías del cerdo, Pergamino, Bs.As.Argentina [consulta 10/02/2006].

Accessible a: <http://www.e-campo.com/?event=news.display&id=73E10BD1-19CA-428E-AE710797C35771DC/catUuid.91D0E52F-E269-11D3-A5140006292E2740/&&CFID=1632060&CFTOKEN=60853830>

Rowan, J.P.; Durrance, K.L.; Combs, G.E.; Fisher, L.Z. The digestive tract of the pig. Institute of Food and Agricultural Science, University of Florida [consulta 16/03/2006].  
Accessible a: <http://edis.ifas.ufl.edu/pdf/files/AN/AN01200.pdf>

Schinckel, A.P.; Clark, L.K.; Grant, A.L.; Malven, P.V.; McComb, M.; Stevenson, G.G.; Turek, J.J., 1996. Evaluation of the effects of immune system activation versus disease on pig growth. Purdue Swine Day Report [consulta 13/04/2006].  
Accessible a: <http://www.ansc.purdue.edu/swine/swineday/sday96/psd10-96.htm>

Simmen, F.A.; Cera, K.R.; Mahan, D.C., 1990. Stimulation by colostrum or mature milk of gastrointestinal tissue development in newborn pigs.

Sonac, a Sobel Company. Empresa subministradora de l'ingredient Proglobulin. Accessible a: <http://www.sonac.biz/upload/Proglobulin.pdf> [consulta 21/01/2006].

Spreeuwenberg, M.A.M. Nutrición y salud del lechón destetado. Nutreco Swine Research Centre, The Netherlands. IV jornadas técnicas de porcino NANTA [consulta 05/03/2006].

Accessible a:

[http://www.nanta.es/esp/area\\_tecnica/documentos/nutricion\\_y\\_salud\\_del\\_lechon\\_destetado.pdf](http://www.nanta.es/esp/area_tecnica/documentos/nutricion_y_salud_del_lechon_destetado.pdf)

Tokach, M.D.; Dritz, S.S.; Goodband, R.D.; Nelssen, J.L. Nursery pig nutrition and management part 1: diet formulation. Kansas State University [consulta 19/03/2006]. Accessible a: [www.gov.mb.ca/agriculture/livestock/pork/swine/pdf/bab12s07.pdf](http://www.gov.mb.ca/agriculture/livestock/pork/swine/pdf/bab12s07.pdf)

Tokach, M.D.; Dritz, S.S.; Goodband, R.D.; Nelssen, J.L., 2003. Nutrient requirements of the weaned pig. Article extret del llibre: Weaning the pig; concepts and consequences. Wageningen Academic Publishers, The Netherlands. (Pags: 259-299).

Tri-State Swine Nutrition Guide. Bulletin 869-898. University of Ohio [consulta 10/03/2006]. Accessible a: [http://ohioline.osu.edu/b869/b869\\_51.html](http://ohioline.osu.edu/b869/b869_51.html)

Van Dijk, A.J.; Enthoven, P.M.M.; Van den Hoven, S.G.C.; Van Laarhoven, M.M.M.H.; Niewold, T.A.; Nabuurs, M.J.A.; Beynen, M.J.A., 2002. The effect of dietary porcine plasma on clinical response in weaned piglets challenged with a pathogenic *Escherichia coli*.

Xu, R-J.; Cranwell, P.D. 2003. The neonatal pig. Gastrointestinal Physiology and Nutrition. NOTTINGHAM University Press.















